LEZIONI
DI FISICA
ESPERIMENTALE.

LEZIONI
DI
FISICA ESPERIMENTALE
DELL' ABATE NOLLET

MEMBRO DELL' ACCADEMIA REALE
DELLE SCIENZE,

DELLA REAL SOCIETA' DI LONDRA
DELL' INSTITUTO DI BOLOGNA,

MAESTRO DI FISICA DEL DELFINO,

E Regio Professore nel Collegio di Navarra

TRADOTTE DALLA LINGUA FRANCESE

Sopra l' Edizione di Parigi dell'Anno MDCCLIX.

TOMO QUARTO.

IN VENEZIA

MDCCLXII.

Per GIAMBATISTA PASQUALI.

CON LICENZA DE' SUPERIORI, E PRIVILEGIO.

LEZIONI DI FISICA SPERIMENTALE.

LEZIONI XII.

Della Natura e delle Proprietà dell' Acqua.

SArebbe difficile il decidere se l' acqua ci sia men necessaria, o men utile, che l' aria; imperocchè quantunque si respiri questa da noi continuamente, e dalla salubrità di quest'elemento la conservazion della nostra vita dipenda; nulladimanco si può credere, che se fosse egli ridotto alle sue parti proprie, e di una certa umidità mancasse che ognor l'accompagna, molto patiremmo a cagion di una tale siccità: l'aria senz'acqua converrebbe forse tanto poco alla nostra respirazione, quanto poco conviene a quella de' pesci l' acqua senz'aria. L'acqua è un agente universale, impiegato dalla natura in tutte le sue produzioni, e che così spesso ed in tante guise ha luogo e parte nelle comodità della nostra vita, che l' interdizione di essa era appresso i Romani un supplizio, con cui si punivano i Cittadini malvagi. Ella è bevanda naturale di tutti gli animali; che se delle altre ancora da noi si preparano, questa in esse vi entra sempre per la parte principale, o vi entra almeno per temperarle;

le; ed abbenchè si possa vivere ben lungo tempo, e sani, usando con moderazione liquori spiritosi e fermentati, l'esperienza fa vedere che i bevitori di acqua godono d'ordinario una santità più eguale, e sono ugualmente robusti che gli altri uomini.

Io non mi propongo di espor quì divisatamente tutti gli avantaggi che l'acqua ci apporta, e tutte le diverse mire che può avere avute la divina Sapienza nel creare quest'elemento. Hán già di ciò trattato pienamente altri (a) Autori, le opere de' quali son celebri, ed alle mani di ognuno; lo scopo mio è di esaminare solamente da Fisico i principali caratteri dell'acqua, le sorgenti dalle quali ella a noi viene, i diversi stati ch' ella può assumere; e gli effetti più generali, de' quali è capace.

Si può considerar l'acqua sotto tre stati; primieramente come *liquore*; secondariamente come *vapore*; e in terzo luogo come *ghiaccio*: queste son tre maniere di essere, che non mutan niente nella sua essenza, che la rendono atta a differenti effetti; e che mi aprono l'adito a spartire questa Lezione in tre Sessioni.

PRIMA SESSIONE.

Dell' Acqua considerata nello stato di Liquore.

Lo stato naturale dell' acqua, rigorosamente parlando, quello cioè, ch' ella avrebbe, se colla sua materia propria nulla si framischiasse, egli

(a) Nieuwentyt, Exist. de Dieu, demontrèe par les merveilles de la nat. II. Part. chap. 4. Theol. de l'eau, par M. Frabricius. Traitè des vertus medicin. de l' eau comm. par Monf. Smith. &c.

egli è appunto, essere un corpo solido, siccome benissimo l'hann'osservato li Sigg. Mariotte, de Mairan, e Boerhaave. Non occor dubitarne; l'acqua, egualmente che il grasso, la cera, e quant'altre materie veggiamo scorrere solamente allora che ad un certo grado si scaldano, di continuo sarebbe ghiaccio, se la materia del fuoco che la penetra, ordinariamente in bastevole quantità ne' climi temperati, non mantenesse la mobilità rispettiva delle sue parti, per renderla fluida; ed in que' paesi, dove fa tanto freddo continuamente quanto basta per far durare la sua congelazione, convien impiegare l'ajuto dell'arte per ridurla a fluidità, siccome qui tra noi l'impieghiamo per liquefare il piombo, il solfo, le resine, &c. Ma se lo stato di solidità sembra il più naturale all'acqua, non è però quello che ell'ha più comunemente; almen nella maggior parte de' climi abitati; e per questa ragione io comincio dal considerarla come liquore, innanzi ch'esporre le proprietadi ch'ell'ha, quando è agghiacciata.

L'acqua che non è agghiacciata, è un liquore insipido, trasparente, senza colore, che di facile s'attacca alla superficie di certi corpi, che ne penetra un gran numero, e che estingue le materie infiammate. Se qualche volta ella pare opaca, colorata, odorosa, o se ha talor un gusto particolare, ciò nasce perchè è mescolata con qualche materia estranea, che le dà una qualità, ch'ella non ha di per sè.

La fluidità dell'acqua, come quella degli altri liquidi, proviene dalla materia del fuoco che la penetra, e che mette le di lei parti in istato di scorrere l'une sopra l'altre, e d'ubbidire all'inclinazion del lor proprio peso, od a qualunque

altro impulso : ma, indipendentemente da questa cagion generale, dir possiamo che l'acqua è più fluida che molt'altre materie, perchè le sue molecule sono d'una picciolezza estrema, e di una figura probabilmente attissima al moto: m'astengo dal decidere s'elleno sian picciole fusa, ovver cilindretti, o globicini, perchè non mi è nota alcuna osservazione, nè ho in pronto alcuna esperienza, che possa tal decisione avvalorare; ma per una assai generale analogia m'induco a credere, che la loro figura, qual ch'ella sia in effetto, ajuti la loro mobilità; una misura di grani minuti, o di ben asciutta rena, che facciasi scorrere per una tramoggia, può venir considerata in qualche modo come un fluido: in simil caso il formento scorre meglio che l'arena, perchè egli ha una figura più acconcia al moto; la sabbia ha più di fluidità che il formento o la segala, perchè le sue parti più minute sono altresì più mobili.

(a) Boerhaave pretende, che la fluidità dell'acqua non sia suscettibile di più e di meno; che l'acqua sia egualmente liquida, e nel momento in cui cessa d'essere ghiaccio, ed in quello in cui principia a bollire; e convalida la sua opinione con una esperienza del Cavalier Neuton (b), il quale trovò le oscillazioni di un pendulo così libere nell'acqua la più fredda, come avean mostrato di esserlo nella più calda. Sia detto senza offendere il rispetto ch'io debbo a questi grand' uomini, io non so bene, se questa prova sia fuori d'ogni eccezione, e non abbia bisogno per avventura di disamina. La massa che facea coteste oscillazioni, di qualunque materia ch'ella fosse, ha do-

(a) Elem. Chem. Part. II. p. 295.
(b) Traitè de Optique, qu. 28.

dovuto dilatarsi e divenire più grande nell' acqua calda, che nella fredda: ora quanto più è grande un corpo, tanto maggior resistenza egli prova in un mezzo: così l' acqua calda, per verità più fluida, averebbe dovuto rendere il moto più libero, ma il mobile dilatato dal calore corrispondeva a un maggior volume del mezzo resistente: quest' ultima cagione ha potuto compensar l' altra, ed impedire che non si scorgesse maggiore fluidità nell' acqua calda, abbenchè realmente vi fosse.

E' vero che Boerhaave si ristrigne a dire, ch' egli vuol parlar solo di una fluidità sensibilmente eguale e costante, e che vi può esser un più od un meno, di cui non ci accorgiamo; ma questo più o meno, cui egli non nega, lo attribuisce tutto intero alla disunione delle molecule, mercè la materia del fuoco che sdrucciola fra esse; ma non già quanto alla divisione delle parti di queste medesime picciole masse; imperocchè ei le considera come elementi, che possono essere separati gli uni dagli altri, ma non intaccati. Tuttavolta le altre materie, le quali veggiam passare da uno stato all' altro, o che ci lascian tempo di osservare i lor cambiamenti, non si ammolliscono se non per gradi, e prendono successivamente nuove apparenze di fluidità; le molecule si dividono e si suddividono, a misura che il fuoco penetra la massa, e la liquidità sempre più cresce, fin a tanto che le parti in estremo sottilizzate si dissipano per evaporazione. Non dico già che l' acqua non possa essere eccettuata da questa regola generale; ma io vorrei che questa eccezione fosse ben nota da fatti, e sopra buone prove fondata.

Nulla io veggo nella natura, che favorisca quest' opinione, trovo al contrario de' fenomeni fami-

gliari, ed in gran numero, che sembran distruggerla. Perchè l'acqua fredda non penetra i corpi così facilmente come la calda? perchè questa, più prontamente che quella, toglie via dalla loro superfizie le materie che vi sono aderenti? perchè la soluzione de' sali nell'acqua è ella più abbondante e più intera, a misura che il grado del calore è più grande? finalmente perchè facciam noi cuocere le vivande ed i frutti nell'acqua bollente, e non nell'acqua fredda? Mi si può rispondere che tutte queste materie dilatate dal calore, ne diventano più penetrabili, più facili ad intaccarsi; e che l'acqua stessa ravvivata dal calore, è però più attiva; e queste ragioni io le accordo; ma non è egli altresì più che verisimile, che il medesimo calore suddivide le molecule dell'acqua, e le rende più atte ad insinuarsi nelle materie dissolubili?

L'acqua ci viene, o dall'atmosfera per mezzo delle pioggie, delle nevi, e di altre meteore acquose; o dal seno della terra, per le fontane e le sorgenti; od in fine da' canali e ricettacoli, che si trovano vicino alla superficie del nostro globo, come dai fiumi, dai laghi, e dai mari.

Noi abbiam veduto nella Lezione precedente, come l'acqua si solleva in vapori, e si aduna nell'aria al di sopra noi, per cader poscia sotto forme differenti. Mosè descrivendoci la Storia della Creazione, ci fa sapere, che sin dal principio l'Autore di quest'ampio Universo separò dalla terra abitabile quel gran cumulo di acqua che *mare* si chiama, e che ne determinò i confini. Noi veggiam nascere i fiumi da una, e bene spesso da più fonti che uniscono le lor acque, per scorrere in un letto medesimo. Ma donde vengono queste

fon-

fonti perpetue, che formano ed ingroſſano le acque correnti, e che da noi s'incontrano quaſi in tutti luoghi dove ſcaviamo la terra? Queſta è una quiſtione, ſopra la quale i Fiſici non ſono d'accordo, e che già da lungo tempo è l'oggetto delle loro inveſtigazioni.

La prima oſſervazione che ci ſi preſenta, quando ragioniamo intorno all'origine delle fontane, ſi è, che l'acque loro van tutte a deporſi nel mare, come ad un ricettacolo comune: ora dopo tanti ſecoli che queſti concorſi d'acque ſi accumulano, l'Oceano e gli altri mari averebbono ſenza dubbio rigurgitato da tutte le parti, ed averebbono inondata tutta la terra, ſe i fiumi che vanno ivi a ſcaricarſi, riportaſſero acque ſtraniere che faceſſer continua giunta al loro immenſo volume: biſogna dunque che ſia l'iſteſſo mare, quello che ſomminiſtra alle ſorgenti quella copia di acque, che rientra in eſſo: e che per una quaſi circolazione, queſte poſſano ſcorrere perpetuamente, ſenza riempir di troppo il vaſto ſeno che le riceve.

Queſto raziocinio, che ſiamo quaſi coſtretti di fare, ſubito che ſviluppiamo un poco queſta materia, è un punto fiſſo, a cui tutte le opinioni collimano; ma come va poi l'acqua del mare alle fontane? Sopra di ciò ſon diviſi gli Autori.

In qualunque maniera che l'acqua ſia condotta al fonte, da cui lo veggiamo ſcaturire, biſogna ch'ella poſſa, o nelle ſue moſſe, o per iſtrada, ſpogliarſi della ſalſedine, dell'amarezza, o della viſcoſità, che ſappiamo ch'ell'ha naturalmente: imperocchè l'acqua delle fontane è dolce; e ſe qualche volta la troviam carica di materie ſtraniere, non lo è d'ordinario di quelle che nell'acqua del mare ſi trovano. Non baſta dunque farne

ne un sistema idrostatico, con cui si faccia vedere, come l'acqua dell'Oceano può essere determinata a portarsi ben avanti nel Continente, per ivi formare una fonte; ma bisogna ancora, che col medesimo sistema si possa additare, come quest'acqua spoglisi del suo sale, del suo bitume &c.

Secondo quel che pensava il Cartesio, (*a*) l'acqua del mare per canali sotterranei, e sufficientemente inclinati, trasportasi sotto i monti e mette in certe grandi cavitadi fattevi a bello studio dalla natura; ivi ella è scaldata da un grado di calore, ch'egli pur suppone essere al di sotto di quelle grandi caldaje; e si alza in vapori nel corpo stesso della montagna, come nel capitello di un limbicco; donde poi ricadendo per il suo proprio peso, quand'ella viene a condensarsi, si filtra per mezzo alle terre finchè trova un'uscita.

Se tutto andasse così, bisogna concedere, che l'acqua potria venire dal mare, ed uscir dolce nel mezzo del continente: ma per render ragione di questi due effetti quante supposizioni fannosi senza prove? Inchino gran fatto a credere che dall'arte copiata sia la natura; ma ho cattiva opinione di un sistema, in cui la natura imita l'arte; e per dire il mio parere sopra di ciò, sembrami che il sistema poc'anzi descritto sia stato fatto nel Laboratorio di un Distillatore. Quand'anche ammettessimo que'grandi alembichi, che suppongonsi gratis; che cosa poi si sarebbe del sale, e delle altre materie, delle quali l'acqua del mare si spoglia, svaporando? Dopo il lungo tempo che dura una tale distillazione, come mai queste grandi caldaje non si sono riempiute sino al colmo?

Per levar forse questa difficoltà un Autore moder-

(*a*) Princip. de la Phil. 5. part. §. 64.

derno (*a*) si è immaginato che l'acqua salsa, dopo di essere stata evaporata per qualche tempo sotto le montagne, trovandosi allora più caricata di sale e più pesante di prima, rifluisce per lo suo peso verso il mare, e che così rinovandosi non è soggetta ad alcuna deposizione. Ma quantunque un tal pensamento sia ingegnoso, e lo rendano in qualche modo probabile que' gorghi *assorbenti*, e *vomenti* che si osservano in alcuni luoghi del mare; nulladimen si può dire che stenterebbesi a conciliarlo puntualmente colle leggi dell'idrostatica, ristrette da' sfregamenti e da altri ostacoli: e che addosso del sistema Cartesiano, il qual già pecca per essere troppo poco semplice, ei gitta ancor nuove e nuove suppposizioni.

Un'altra ipotesi, che io non reputo migliore di questa, e che ha tuttavolta i suoi difensori, si è, che le acque del mare si distribuiscono a tutte le parti del globo, per infiniti canali sotterranei, appresso a poco come il sangue, che parte dal cuore, e si estende per le arterie sino all'estremitadi del corpo animato; che passando a traverso della rena o delle terre, ivi depongono il loro bitume. ec. e che essendo diventate dolci, escono per li meati, che vengon ad esse aperti, o che la natura ha lor preparati.

Ma per qual possanza tutte queste vene d'acqua sollevansi a livello del mare, per porsi in istato di ritornarvi mercè del loro peso? perchè non le veggiamo noi uscir dalla terra, innanzi ch'essere perfettamente dolci; se questa dolcezza non si acquista se non per un lungo tragitto? e dopo sei mille anni che dura questa filtrazione, come non ha il mare perduta una gran parte del suo sale? co-

(*a*) M. Kuhn. medit. sur l'orig. des font. p. 23.

come questo medesimo sale non ha intasati tutti quegli acquedotti sotterranei ? La verità è che questa pretesa filtrazione è una chimera, l' esperienza ha fatto vedere, che non si disala bastantemente l'acqua del mare facendola passare a traverso di arene, e di terre di qualunque spezie che sieno; ed (a) Osservatori valenti hanno scorto che le acque sotterranee, per tutto dove s' incontrano, hanno un discorrimento determinato verso il mare, il che prova con evidenza ch' elleno di là non vengono immediatamente. In vano citerà taluno i pozzi d' acqua dolce, che si trovano nelle Isolette, ed in vicinanza delle spiaggie: questi pozzi vengon meno, e si seccano in tempo d' aridità; ella è dunque l' acqua piovana e non quella del mare, che li mantiene.

Le pioggie, le nevi, le nebbie, e generalmente tutti i vapori che si sollevano, tanto dal mare che dai continenti e dall' Isole, sono, probabilissimamente, le cagionali principali che fan nascere, e che mantengono le fontane, i pozzi, i fiumi, e tutte in somma le acque correnti, e che si rinovano di continuo. Attenendoci a quest' opinione, che è la più seguitata, non abbiam a torci gran briga per sapere, perchè le acque che ci vengono dal seno della terra, sien dolci, abbenchè per la più parte vengano originariamente dal mare; imperocchè si sa per esperienza, che l' acqua, alzandosi in vapori, come quelli che forman le nuvole, abbandona i sali de' quali è pregna, e tutte le materie pesanti che non possono come essa volatilizzarsi: facilmente ancora s' intende perchè le sorgenti che son le più prossime al mare, sieno dolci al pari di quelle, che ne son lontane, per-

(a) Vallisnieri dell' Orig. delle Font.

perchè debbono tutte la loro origine alle acque che vengono dall'atmosfera, e che non vè, ne ascende alcuna, che non sia del suo sale spogliata; finalmente si spiega senza difficoltà, perchè le fonti si trovino più comunemente, che altrove, a piè delle montagne; imperocchè coteste gran masse di monti che molto si sollevano nell' atmosfera, ferman le nuvole, presentano maggior superfizie alle pioggie, ed alle nebbie, e si cuoprono più spesso di nevi, le quali si liquefanno a poco a poco, e producono discorrimenti perpetui, i più de' quali restano ascosi ne' dirupi, o nella terra, e sbucano solamente ne' siti più bassi, o molto innanzi nelle pianure.

La più speziosa obbiezione contro questo sistema, è dire, che non sia gran fatto probabile, che quegl'immensi volumi di acqua che i rivi ed i fiumi continuamente fan passare sotto de' nostri occhi, e che si succedono con tanta rapidità, possano essere il prodotto di un tenue vapore, il quale si scorge appena, e non cade in pioggia, in neve, &c. se non a intervalli. Ma dotti Fisici (a) hanno fatta svanire questa difficoltà, comparando la quantità di acqua piovana che cade a Parigi, e ne' dintorni, nel corso di un anno mediocre, con quella della Sena che passa in egual corso di tempo sotto il Ponte-reale: risulta dalle loro esperienze e dai loro calcoli, che io quì tralascio di riferire, perchè il tutto è benissimo esposto in un'opera moderna (b) ch'è alle mani di tutti; risulta, dico, che in ciascun anno cade molto più d'acqua che non ne fa d'uopo per mantenere i fiu-

(a) M. Mariotte, traitè du mouv. des Eaux 1. part. 2. disc. M. Halley, &c.

(b) Spect. de la Nat. Tom. 3. p. 99.

fiumi, e per riempire i stagni; di maniera che questi dotti Osservatori, col rispondere ad una difficoltà, ne fan nascere un' altra; imperocchè non riportando i fiumi al mare tutta l'acqua che cade sopra la terra, dimandasi che cosa avvenga del rimanente, e perchè il mare a lungo andar non si secchi.

A questa nuova obbjezione si può rispondere, che una parte dell'acqua che cade sopra la terra, e che non entra nel letto de' fiumi, s' insinua per li screpoli, che l' aridità cagiona, o per mille altri pertugj che gl' insetti e gli altri animali hanno scavati; e ch' ella forma quegli strati d' acque sotterranee che osservansi in molti luoghi, e che lentamente discorrono verso il mare; che un' altra parte serve di bevanda agli animali, e di alimento alle piante, che molto ne assorbiscono co' loro rami, e colle loro foglie, come veder si può dalle sperienze di M. de la Hire (*a*) e da quelle di M. Hale (*b*); e che un' altra parte finalmente si volge in vapori, e si solleva di nuovo nell' atmosfera. Così la pioggia che cade sul mare, come altrove, i Fiumi, e i discorrimenti sotterranei, non restituiscono al gran ricettacolo se non quello che n' esce appresso a poco; e quel che non vi va, ristora e rimette probabilmente quello che si evapora di continuo dalla terra e dalle acque chete; imperocchè i vapori che si sollevano nell' atmosfera, e che fan le nuvole, non vengono solamente del mare, ma ancora dai Continenti e dall' Isole.

In qualunque maniera che a noi venga l' acqua, non è ella mai perfettamente pura: lasciando

(*a*) Mem. de l' Acad. de Scienc. 1703. pag. 60.
(*b*) Statiq. des Veget. Chap. 1.

do ſtar l' aria ed il fuoco, ch' ella contien ſempre in molta quantità, poichè ella è fluida appunto per la meſcolanza di queſt' ultimo elemento, e ſpogliaſi viſibilmente e copioſamente dell' altro, quando la mettiamo nel vuoto; laſciando ſtare, dico, queſte due materie aria e fuoco, che ſi trovan per tutto, l' acqua non va mai ſenza alcune ſoſtanze ſtraniere, che ſi meſchiano colle ſue parti proprie, e che le danno qualitadi reſe ſovente coſpicue da' lor effetti. Si conoſce facilmente che l' acqua non è pura, allorchè ella non ha più la ſua naturale limpidezza; ovver quando troviamo in eſſa dell' odore, o del guſto; ma può altresì avvenire, (ed il caſo è molt' ordinario) che quel ch' ella contiene d' eſtraneo, niente muti nelle ſue ſenſibili qualità; vale a dire, ch' ella non appaja per queſto nè men chiara, nè men inſipida, ec. ed allora convien prendere ajuto dall' arte, per accertarſi s' ella è pura, quanto pare che lo ſia.

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Conviene avere dell' acqua di pioggia diſtillata in più vaſi; mettere a disfar in uno del ſal marino, nell' altro del vetriolo di marte, nell' altro dell' allume, e di tutto in tal quantità, che aſſaggiando l' acqua, non ſi poſſa diſtinguere, di qual materia ella ſia carica; ſi filtrino tutte queſt' acque ſeparatamente per una o per più carte bigie, e ſe ne mettano due cucchiarate in circa di ciaſcheduna in bicchieri ben netti; ſarà bene averne anche alcuni, che contengano dell' acqua chiara di pozzo.

EFFETTI.

Se ſi proveranno tutte queſt' acque.

1. Meſcolandovi alcune goccie di diſſoluzione d' argento per mezzo dello ſpirito di nitro, quaſi ſem-

ſempre ſuccederà, ch' elle s' intorbidino, e prendano qualche colore.

2. Se vi ſi getterà qualche poco d' infuſione di noci di galla, quell' acqua che contiene del vitriolo di marte, diventerà d' un roſſo oſcuro, e che piegherà al violetto.

3. Se vi ſi metterà un poco d' olio di tartaro per deliquio, quell' acque che contengono materie ſaline e terreſtri, diventeranno lattiginoſe.

SPIEGAZIONI.

Le parti ſaline, metalliche o terreſtri che fluttuano nell' acqua, non ne alterano la limpidezza, finch' elleno vi ſon ſole, perchè ſono in eſtremo diviſe, e perchè la loro picciolezza pareggia forſe quella delle molecule dell' acqua ſteſſa, che le tiene diſciolte, poichè paſſano, non men ch' eſſe, a traverſo del filtro; ma quando vi ſi gitta un liquore carico di qualche materia, con la quale coteſte particelle ſi poſſono unire, allora naſcono da queſta unione molecule più groſſe, la grandezza, la figura, o la diſpoſizione delle quali non conviene più allo ſteſſo modo al paſſaggio della luce: e di quà naſce l' opacità od il colore che oſſerviamo nelle acque preparate della noſtra eſperienza. Queſte medeſime acque devono pur intorbidarſi, quando le parti di ſale ch' elleno contengono, ſono atte nate a meglio unirſi che l' argento, con lo ſpirito di nitro; imperocchè in queſt' ultimo caſo, le parti metalliche abbandonate a ſe ſteſſe cadono per il lor proprio peſo, e fanno quel che chiamaſi *precipitato*. Per queſta ragione ſi è, che nelle prove precedenti, s' è veduto diventar lattiginoſe le acque che contenevano del ſal marino, o dell' allume. Non ſi ponno attribuire queſti cambiamenti, ſe non ai

cor-

corpi stranieri, che nuotano nell'acqua la quale si prova; imperocchè la stessa cosa non accade, quando un si serve di acqua distillata con somma cura, nella quale non s'è posto niente a disciogliere; e quando prendonsi dell'acque più caricate, tanto più sensibili diventano questi medesimi effetti.

APPLICAZIONI.

Le medesime prove che abbiamo fatte nella passata esperienza sopra acque preparate a bello studio, ci possono indicare appresso a poco le materie che dominano in certe acque, delle quali c' importa gran fatto conoscere le qualitadi: si potrà dunque legittimamente sospettare che vi sia del ferro o del vetriuolo in quelle che l' infusione di noci di galla renderà rosse, brune, o di un violetto oscuro; e questi è in fatti uno de' modi, che s' adoprano per riconoscere l'acque minerali ferruginose. L'acqua di un pozzo o di una fontana che diventerà lattiginosa, o cilestra, quando vi si meschierà dell' olio di tartaro o della dissoluzione d' argento, potrà passare per un' acqua carica di qualche materia salina o terrestre, il che appella il volgo comunemente *acqua cruda*, e la qual si conosce dalla difficoltà ch' ella ha a sciogliere il sapone, ed a cuocere i legumi.

La più pura di tutte le acque è quella della pioggia; ella è distillata dalla natura, e non può avere altro di estraneo se non se quello ch' ella riceve passando per l' atmosfera; ma questo probabilmente basta per cagionarvi del miscuglio: imperocchè può uno raccoglierla quanto vuole in vasi mondi, e senza che passi sopra i tetti nè per le grondaje; ella non reggerà mai ad ogni prova,

so-

ſopra tutto quando ella cade dopo una lunga ſiccità, e per una tempeſta; ella partecipa della gran quantità di eſalazioni, che allora regnano, e che porta ſeco nel venir giù: ma eſſendochè la maggior parte di tai ſoſtanze che vengono dall'aria, ſono volatili, l'acqua ſi ſpoglia di eſſe in poco di tempo, ſe non è rinchiuſa; e ſi può dire che le ciſterne, nelle quali ſi raccoglie e ſi conſerva, ſono di un ottimo uſo.

Le acque ſtagnanti, di non molta eſteſa, hanno d'ordinario delle impuritadi, delle quali un ſi accorge al guſto, e talvolta all'odorato; elleno ſono bene ſpeſſo ſopra un fondo di terra nera e bituminoſa; i rettili e gl'inſetti che vi fan l'uova, e che vi muojono, le piante delle lor rive, che vi marciſcono, carican coteſte acque neceſſariamente di parti graſſe e di ſali volatili, una gran quantità de' quali in tai corpi contienſi: tutte queſte cagioni inſieme fan pigliare a queſt'acque, nocive o ſpiacevoli qualitadi; queſta è una attenzione che ſi dovrebbe avere nelle ville, maſſime nel tempo di aridità quando le acque ſon baſſe, di tener nette le lame, od i ricettacoli d'acqua cheta, di non laſciarvi germinar piante od erbe su i margini, per timore che nel gran numero non ſe ne trovino di velenoſe; e di non permettere al contadino, che v'immerga il canape od il lino per macerarli; imperocchè il beſtiame può avvelenarſi per le acque cattive, o contrar malattie d'eſito triſte.

L'acqua fiumana, per le medeſime ragioni, non ſarebbe nè più pura, nè più ſana di quella di una lama, ſe il moto che ognor la ſpezza, non impediſſe la corruzione; e ſe il ſuo perpetuo rinovamento non divideſſe e non rareſaceſſe, per

così

così dire, le materie straniere che con essa si meschiano; e per quest'ultima ragione senza dubbio si è, che l'acqua de' piccioli fiumi è d'ordinario men buona da bere, che quella de' grandi, e che questa ancora scema di bontà nei tempi secchi, ne' quali resta bassa per lungo tempo.

Ognuno sa, di quante materie differenti trovansi pregne e cariche l'acque delle fontane e de' pozzi; le une contengono del ferro, del vitriolo, e dell'altre sostanze saline, o metalliche; tali sono le nostre fontane minerali di Passì, di Forges, di Vichì, di Bourbon, di Sant' Aman, di Plombieres, ec. le altre sono grasse, o solfuree, fino a prender fiamma; tal è quella di Sibini in Germania, e quella nel Delfinato vicino a Grenoble (a). Se ne veggon dell' altre nelle quali i corpi si petrificano o s'incostrano, perchè sono cariche d'un sugo pietroso, di cui riempiono i pori, o ch' elleno depongono su la superfizie delle materie immersevi: finalmente se ne trovano, che son a tal segno cariche di un sale simile a quello del mare, che se ne estrae in tanta copia da provederne molte provincie, come vedesi a Salins, a Salies, ec. Le sorgenti che hanno queste qualitadi, le debbono alle miniere, per le quali passano, innanzi che uscir dalla terra: la natura si serve di tutte quest' acqua erranti, e quasi estravasate, per traportare e radunare, secondo le sue mire, i principj de' misti e di tutte le concrezioni, che si formano nascostamente e a poco a poco nel seno della terra; e accade non di rado, ch' elleno si fan strada da sè, o che si apre ad esse un passaggio, avanti che abbiano deposte le materie, delle quali sono impregnate.

(a) Hist. de l' Acad. des Scienc. 1699. p. 23.

L'acqua del mare è la meno pura di tutte le acque comuni; la sua salsedine, la sua amarezza, la sua viscosità, impediscono che se ne faccia uso per bere, o per preparare gli alimenti. Ne' viaggi lunghi, si è costretto di far provisione di acqua dolce ne' vascelli, la qual si corrompe replicatamente, e che è sol buona a intervalli. Questa provisione occupa non poco sito in un vascello, in cui non v'è mai luogo soverchio, e quando l'acqua viene a mancare, bisogna bene spesso deviare dal diretto suo viaggio per gir a cercarne dell'altra; altrimenti l'equipaggio è esposto a una scarsezza più crudele a sopportarsi, che quella degli altri alimenti. Il gran comodo ch'ei sarebbe se si potesse con lieve spesa, e con poco imbarazzo, render l'acqua del mare potabile! E' in fatti lungo tempo, dacchè si cerca il secreto di farlo; e rigorosamente si può dire, ch'è stato trovato; ma i preparativi, e certe attenzioni, che quest'operazione esige, e forse più d'ogni altra cosa, la difficoltà d'introdurre una novità, per utile, ch'ella paja, hanno fin ora impedito che tale scoperta si riduca in pratia. Si può vedere in un'opera, la cui traduzione è stata (a) da alcuni anni in qua divolgata, tutto quello che con tale scopo è stato fatto da diversi particolarmente in Francia da M. Gautier Medico di Nantes; e in Inghilterra da M. Hales, membro della Regia Società, e Autore di molte buone opere di Fisica. Tra tutti quelli che si sono applicati a questa importante ricerca, si può dire che niuno sia meglio riuscito de' due accennati: l'ultimo sopra tutto ha portate più lungi che l'altro le sue mire; e con un corso mol-

(a) Exp. Phys. sur la maniere de rendre l'eau de la mer potable &c. par M. Hales.

to semplice di operazioni, l'esito delle quali è fatto vedere dall'esperienza, insegna non solamente la maniera di purificar l'acqua del mare, ma ancora quella di conservare, senza guastarsi, l'acqua dolce che si è imbarcata.

Di tutti i mezzi cogniti, che si può adoprare per purificare l'acqua generalmente, il più usitato è la filtrazione, ed il più efficace è la distillazione. Quando non si vuole se non purgarla da certe sporcizie grossolane, che la fan torbida, basta filtrarla, come suol farsi, a traverso di certe pietre porose, o per della ghiaja o rena, levata spesso e rinovata. Quest'è un imitare quello che fassi naturalmente nelle *Cave stillatizie*, in quelle spezie di caverne che fansi nelle cave di pietre, e dove si vede l'acqua piovana passare a goccia a goccia, pe' letti di pietre che ne forman la volta. A questo modo l'acqua diventa così limpida, che è passato in proverbio, e diciamo, *chiara come l'acqua di rupe*. Ma non è da credere che questa chiarezza prometta sempre una perfetta purità, essendone un segno molto equivoco; imperocchè la maggior parte di quest'acque che si filtrano così lentamente per mezzo alle rupi ed alle pietre, portano con sè un sugo pietroso, che col tempo si aduna, e che forma nell'interior delle grotte un'infinità di cristalli pendenti, di diverse figure, come vedesi nelle Cave dell'Osservatorio di Parigi, e molto più nelle Grotte d'Arcy nella Sciampagna. L'acqua, filtrandosi, non si spoglia dunque se non delle materie più di lei grossiere, e per le quali i pori del filtro non sono sufficientemente aperti: ma tutto quello che è sottile da poter passare con l'acqua, vi resta costantemente unito, o

non cede fuorchè ad una filtrazione spesso reiterata, o assai lunga.

La distillazione adopera più efficacemente: ma non si può dire ancora, ch' ella sia un mezzo sicuro, per aver l' acqua netta assolutamente da ogni miscuglio: imperocchè se le sostanze straniere ch' ella contiene sono così svaporabili, come essa, elleno ascendono, nè più nè meno al capitello del limbicco; e l' acqua dopo d' essere stata distillata, non ne riesce mica più pura di prima. Questo metodo non può dunque aver luogo, se non per le acque che sono cariche di qualche materia fissa: e convien anche avere la precauzione di governare il fuoco con discretezza, e di non dargli se non il grado necessario, per sollevar l' acqua in vapori.

L' acqua la più purgata che si distilla fino alla siccità, cioè fino a tanto che non vi sia niente di liquido, lascia sempre un poco di materia terrestre nel fondo della retorta; e quantunque ella si distilli più volte, ed i vasi sieno ben netti, s' osserva sempre questo piccolo residuo. Questo fatto osservato dal Boyle, da Hock, e da alcuni altri Fisici, ha fatto loro conchiudere, che l' acqua non è d' una natura inalterabile; ed il Cav. Neuton approvando un tal pensiere, dice apertamente (*a*) " che l' acqua si cangia in una terra solida per mezzo di replicate distillazioni. " Tuttavolta il Boerhaave, che dice d' avere esaminata la cosa con una grande attenzione, non è di questo parere; egli crede al contrario, che le parti dell' acqua sieno elementi inalterabili, e che l' azione del più violento fuoco non le può intaccare, nè per conseguenza far loro cambiar forma,

Quan-

(*a*) Traitè de Optique.

Quanto al fatto, sul quale si fondano il Neuton, e quelli che pensano su tal proposito come lui; egli lo spiega con dire, che la materia terrestre, che trovasi dopo ogni distillazione, viene dalla massa d'aria rinchiusa nel limbicco, e a traverso della quale i vapori dell' acqua si sollevano; ovver da qualche trascuranza nell' operazione.

Non si può negare che l'aria contenuta ne' vasi d'un laboratorio, dove molto d'ordinario si raggira la cenere, non sia carica di alcune sporcizie; che possono mescolarsi con l'acqua mentre si distilla. Egli è vero, che si durerà fatica a credere che ciò possa somministrare una quantità sensibile di materia terrestre: ed in fatti non ve ne troviamo se non poca; ed io amerei meglio di credere, dopo l'esame fattone da Boerhaave, che cotesta sia una materia estranea mista coll' acqua; ed una prova così lieve e dubbiosa non m'induce a pensare che l'acqua sia riduttibile in terra.

Essendo che le materie, onde l'acqua si trova carica, sono ordinariamente più pesanti, ch'essa; si ha ragione di tenere per migliore la più leggiera. Potrebbe nulladimeno avvenire, che con un minor peso, ella avesse ancor qualche cattiva qualità: ma questi non è il caso più ordinario; e se mai succede, le sostanze ond' ella è contaminata, sono quasi sempre spiritose o volatili, e può giudicarne l'odorato.

Quanto alla gravità specifica dell'acqua non si può avere se non l'incirca; perocchè ella è più o meno pesante, secondo il suo grado di purità. Boyle pretende che tutte le acque dolci, di qualunque paese che sieno, pesino appresso a poco egualmente; e che esaminandole secondo le leggi dell' Idrostatica, vi si trova appena un millesimo

di differenza: ma di questo parere egli è quasi solo; ed io so per le mie proprie esperienze, e per quelle di molti esattissimi Fisici, che senza uscire dalla stessa Provincia, e qualche volta nel luogo medesimo, si trovan acque che pesano considerabilmente più le une che le altre. Boyle medesimo fa menzione (*a*) di un certo fiume, l'acqua del quale pesa un quarto meno che l'acqua ordinaria d'Inghilterra; lo che mi pare assai difficile a credere: i Popoli che ne abitano le rive dovrebbono vivere lungo tempo, se è vero, come lo dice Erodoto (*b*), che gli Etiopi invecchiano ordinariamente sino ai 120. anni e più, perchè le acque che bevono sono in estremo leggiere; ma, salvo il rispetto ad Erodoto, che conosceva meglio la storia degli uomini che quella della Natura, io credo che sia permesso dubitare e del fatto, e della sua cagione.

La gravità specifica dell'acqua men carica di corpi stranieri, qual per l'ordinario è quella della pioggia, o della neve liquefatta, è a quella dell'oro appresso a poco, come 1 è a $19\frac{1}{2}$; a quella del mercurio come 1 a 14; a quella dell'aria, come 1000, a $1\frac{1}{4}$. Se si vuol sapere la proporzione dell'acqua paragonata, quanto al peso, con molt'altre materie; basta vedere la Tavola, che trovasi nel secondo Volume di questa mia Opera quasi sul fine. Ma devo avvertire le persone, che fosser curiose o di ripetere queste sorti di comparazioni, o di tentarne di nuove, coll'Areometro, o con qualunque altro mezzo, che faccian le loro prove con tutte le cautele che ho additate, e premesse alla Tavola dianzi citata.

Di

(*a*) De Usu Philos. Exper. part. 2. (*b*) Lib. 3.

Di tutte le attenzioni che aver si debbono in cotali esperienze idrostatiche una delle più essenziali si è, di non comparare due acque insieme, che non abbiamo precisamente un grado egual di calore; e far sì, che questa temperatura comune non differisca gran fatto da quella dell' aria, o dal mezzo nel quale si opera; imperocchè l' acqua, come tutti i liquori, e per parlare più generalmente, come tutte le materie del mondo, si rarefà, e diventa più leggiera, secondo che si riscalda; siccome per lo contrario ella si condensa e divien più pesante, quando raffreddasi. Solo dunque con un Termometro sensibilissimo, e scrupolosamente osservato, intraprender si può queste operazioni, i risultati delle quali non posson dare se non poco notabili differenze, e nelle quali il più lieve errore diventa un fallo grande.

L' acqua che cessando di essere ghiaccio, comincia ad essere liquore, e che esponsi all' azione del fuoco in un vase, a cui l' aria esterna ha libero accesso, si riscalda e si dilata a poco a poco, fin chè arriva a bollire; appresso ella cessa di dilatarsi e di riscaldarsi, quantunque si continui o si aumenti eziandio la violenza del fuoco: ma però ch' ella bolle più o meno facilmente, secondo che la sua superfizie è più o meno libera a sollevarsi, può addivenire ch' ella sia dilatata quanto mai può esserlo, avanti che abbia ricevuto tutto il calore che concepir potrebbe; ovver ella può essere sforzata in maniera, che dilatandosi meno del solito, si riscaldi nondimeno molto maggiormente. Le sperienze che seguono, potran servire di spiegazioni e di prove a queste proposizioni.

II. ESPERIENZA:

PREPARAZIONE.

Convien scegliere un matraccio, il cui collo abbia in circa 15 pollici di lunghezza, e 12, o 14. linee di diametro internamente; metterlo in una mastelletta piena di neve, o di ghiaccio pistato, e allato ad esso un vase di vetro o di metal sottile pieno d'acqua, che lasciasi raffreddare per alcune ore. *Vedi la Fig.* 1. Si prenda poi di quest' acqua raffreddata con un cannellino di vetro rigonfio nel mezzo, e cui non riempirete mai se non fino al filo A. Fate in guisa che una tal misura vuotata 25 volte nel matraccio lo riempia appresso a poco sin al cominciar del collo; allora v' immergete un piccolo Termometro di mercurio, graduato con delle fila sul suo proprio tubo, e cui fermerete nel collo del matraccio, col mezzo di due piccole rotollette di soghero, tagliate in rosette, affinchè non serrino od otturino intieramente, e lascino un accesso libero all' aria esteriore.

Disposto il tutto così, segnate con un filo sul collo del matraccio, il luogo dove terminano le 25. prime misure d' acqua; e continuate a metterne ancora 2, o 3, ciascuna delle quali sarà segnata con un filo. Poi ne le toglierete inclinando il vaso, o con un cannellino; così che non ne restino che 25.

Bisogna avere un bagno di arena che si possa riscaldare con un scaldino pieno di carboni accesi, e nel quale si possa collocare il matraccio.

Finalmente bisogna, che questo matraccio collocato nel suo bagno di arena, possa corrispondere al recipiente d' una macchina pneumatica, mediante un sifone, come veder si può dalla *Fig.* 2.

EFFETTI.

1. Quando si è trasportato il matraccio, dalla mastelletta piena di ghiaccio, nel bagno di sabbia, e che si è scaldato fin che l'acqua cominci a bollire; allora il Termometro mostra 212, se è graduato, come i Termometri di Fahrenheit, o di Preins; ed il vase si trova pieno fin al secondo filo, come egli era quando vi erano 26. misure di acqua fredda.

2. Quantunque si continui a riscaldare il bagno di sabbia, l'acqua non si solleva di più nel matraccio; ed il liquore del Termometro, restando sempre nella medesima elevazione, mostra evidentemente che il grado di calore è sempre l'istesso.

3. Se, quando si fa scaldar l'acqua, in luogo di lasciare il matraccio aperto, e comunicante con l'aria esterna, si adatti il suo orifizio al sifone, come vedesi nella Fig. 2. e mettendo in azione la tromba, si rarefaccia tosto più ch'è possibile, l'aria ch'è in questi vasi, e che si estende fino alla superfizie dell'acqua contenuta nel matraccio; appena il Termometro è asceso al 64. grado, lo che addita un calore assai moderato (*a*), che l'acqua comincia a bollir fortemente.

4. Se l'aria è meno rarefatta, l'acqua bolle più tardi; cioè, bisogna ch'ella abbia acquistato un maggior calore che nel caso precedente; ed il ritardo dell'ebullizione del brodo cresce, come la densità dell'aria che agisce su la superfizie dell'acqua.

III.

(*a*) Questo grado di calore corrisponde al 16. del Termometro di M. de Reaumur; egli oltrepassa di un poco la mezzana temperatura dell' atmosfera nel clima di Parigi.

III. ESPERIENZA.

Preparazione.

BC, Fig. 3. è una scatola cilindrica di metallo, che ha per tutto circa 8 linee di grossezza, ed il cui coperchio egualmente grosso s' applica, col mezzo di una vite D, e di un ritegno solidissimo, di ferro cotto in fornace. Bisogna mettere più anelli di carta ammollata tra le parti che si congiungono, acciocchè il vase resti chiuso puntualmene, E F è una spezie di scaldino, o di fornello di pietra forte, nel quale si mettono delle brage o del carbone acceso, per riscaldare il vase B C, che si colloca dentro, sopra un trepiede, che lo tiene alzato alcuni polliti al di sopra del fuoco.

Effetti.

Se si riempie d'acqua questa spezie di pentola, appresso a poco sino ai tre quarti della sua capacità, e vi si rinchiudono delle ossa assai dure e spesse, dopo di averle dato un grado di calore capace solamente di svaporare una goccia d'acqua che sopra vi si getta, nello spazio di alcuni secondi, trovansi le ossa banchite, ammollite, di modo che si schiacciano facilmente tra le dita, come se fossero state calcinate; e l'acqua, raffreddata, ha la medesima consistenza, ed il medesimo gusto, che una gelatina di carne.

Se vi si faran posti de' pezzi di quercia, di salcio, di olmo, &c. se ne ritoglieranno simili al legno morto, che fosse stato lungo tempo esposto all'aria ed alla pioggia: e l'acqua, di cui sono stati penetrati, mostra al calore all' odore, ed al gusto, che ella ha estratti gli olj, i sali, ed i solfi, che servivano a legare le fibre.

SPIE-

SPIEGAZIONI.

Quando si fa scaldare dell'acqua in un vase aperto, il fuoco che s'insinua tra le parti del liquido, che tende a slontanarle e dividerle, fa uno sforzo continuo per dilatare la massa, ed accrescerne il volume; le pareti ed il fondo del vase da una parte, e dall'altra, il peso dell'atmosfera che preme su la superfizie, sono tanti ostacoli che a quest'effetto si oppongono; ma però che l'aria pesa non meno attorno del vase, che di sopra, l'acqua vi si trova doppiamente contenuta, mentre nella sua superfizie non vi è se non la pressione dell'atmosfera da vincere; così a misura ch' ella si dilata, si solleva a poco a poco, sin a tanto che finalmente essendo i pori sufficientemente aperti, la materia del fuoco passa liberamente a traverso della massa, e non ne solleva più, se non certe parti le più esposte al suo urto, e che ricadono tosto, il che fa l'ebulizione.

Ma se il peso o la molla dell'aria non preme più; ovver preme meno su la superfizie dell'acqua; il fuoco, con un minore sforzo, può sollevarla, passare liberamente, e farla bollire: per elevarsi in grossi gorgogli; benchè fosse appena tepida; imperocchè allora l'aria ch' erasi estremamente rarefatta, non era più in istato di contenerla così a lungo tempo contro l'azione del fuoco.

Per la ragione del contrario, quando l'acqua è chiusa da tutte le parti, in un vase ben solido, come quello della terza esperienza, il fuoco che non può sollevarla, per farsi un libero passaggio, s'ammassa in maggior quantità, ed il liquido che tende a dilatarsi ed estendersi, con una for-

forza proporzionata a questa resistenza, penetra tutto quello che con esso è rinchiuso; e le ossa stesse dilatate da un grado di calore assai grande, ne divengan più penetrabili; l'acqua s' insinua dunque ne' loro pori, e ne porta via tutti i sughi che legan le parti; di modo che dopo tale estrazione, le laminette ossee e le loro parti si disuniscono al menomo sforzo.

Quando si fa così scaldare l'acqua in un vase chiuso puntualmente, bisogna ben avvertire di non esporla ad un fuoco troppo violento: imperocchè una dilatazione sforzata potrebbe far crepare ogni cosa, con gran pericolo de' circostanti: per questo io mi servo d' una capsula di getto che ha per tutto 8. linee di grossezza, e non le dò se non un grado di fuoco poco notabile.

Bisogna osservare parimenti, che l'ammollir dell' ossa, e le dissoluzioni che si possono fare col mezzo di questa macchina, riescono più compiutamente, e più prontamente, quando si fa operare il fuoco con maggior vigore: vale a dire, che la stessa quantità di carbone acceso lentamente, non ha tanto effetto, quanto se fosse tutt' insieme abbruciato; probabilmente perchè un fuoco lento ha tempo di svaporare in parte a traverso del metallo, lo che altrettanto diminuisce la sua azione nell' interno del vase.

APPLICAZIONI.

Poichè men di fuoco abbisogna per far bollire l'acqua, allorchè ella è meno premuta dal peso o dalla molla dell' aria; dopo che si è avuta questa cognizione, si è dovuto presumere, che su la cima di un monte il calore dell' acqua bollente non aveva ad essere così grande, come lo sarebbe in un luogo meno elevato; imperocchè la colon-

lonna d'aria che corrisponde all' apertura del vase, essendo più corta, è altresì meno pesante. Questa presunzione, verificata da' Sigg. de Tory, e le Monnier, c'insegna, che il calore dell' acqua bollente, che comunemente riguardarsi per un termine fisso, non lo è però, se non con certe condizioni; il perchè Fahrenheit, nel costruire i suoi termometri, non lasciava d'aver riguardo all' altezza attuale del barometro, e non segnava il termine dell'acqua bollente nel 212. grado, fuorchè ne' luoghi e ne' tempi, ne' quali il peso dell' atmosfera sosteneva 28 pollici di mercurio, misura del Reno; lo che coincide appresso a poco con 27 pollici $\frac{1}{2}$ di Francia, altezza mezzana del barometro: io mi governo all'istessa maniera in riguardo a' termometri di mercurio, a' quali io dò un corso molto esteso.

Egli è probabile, che quello che abbiam poc' anzi osservato dell' acqua, è comune a tutti i liquori: così lo spirito di vino d'un termometro dee tanto più presto bollire, quanto più perfettamente è purgato d'aria il tubo dell'instrumento. I primi che sono stati fabbricati giusta i principj di M. de Reaumur, non sostenevano il calore dell' acqua bollente, per questa ragione; ma si può dar loro questa proprietà, lasciando poca aria, la cui molla si oppone alla ebullizione, quando il liquore ascende ai gradi più alti. Bisogna allora, che i vetri sieno un poco più grossi del solito, per resistere allo sforzo, che fassi interiormente.

Cotesta spezie di pentola, nella quale abbiam fatto ammollire le ossa, è una invenzione, di cui siam debitori a Papin, di cui ella ha sempre portato il nome; egli fu discepolo di M. Hughens a Parigi, e poscia discepolo di Boyle a Londra,

sot-

sotto la cui direzione fece una gran parte delle Sperienze fisico-meccaniche, che si trovano nelle opere di quest'ultimo Autore. Nel dare alla luce questa Macchina, il suo scopo era d'introdurre un modo facile e di poca spesa, per estrarre i sughi di tutte le materie, tanto animali quanto vegetabili; e per cuocere senza evaporazione tutte le materie che servono d'alimenti. Si può vedere in una (*a*) Vol. in 12. ch'egli fece stampare nel 1688. la descrizione di questo *Digestore* (così lo chiama); le correzioni ch'ei vi fece in varj tempi, ed un gran numero di sperienze molto curiose, dalle quali risulta, che in poco tempo, e con picciola quantità di carbone, si può fare un'ottima gelatina, con le ossa di buoi, ed altre materie, delle quali non si fa uso, che si può cuocere le carni, il pesce, e le frutta nel loro brodo od umore, conservarne il sugo, e mantenervi un miglior gusto, estrarre le tinture di diverse materie, ammollire i legni duri, e l'avorio, di tal maniera che si possa imprimervi delle medaglie, ec.

Tutti questi avantaggi, che niuno mai ha posti in dubbio, e che le persone dell'arte ancora in oggi gli accordano, ci guidano naturalmente a dimandare, perchè si trascura l'uso di questa macchina. Io confesso, che non saprei che rispondere, se non se forse che le novitadi le più utili duran fatica ad introdursi, sopra tutto quando esigono qualche apparato, che può somministrare un pretesto alla nostra pigrizia.

Una delle principali proprietà dell'acqua, e di cui più comunemente si veggono gli effetti, è l'introdursi in quasi tutti i corpi, e discioglierne un gran-

(*a*) La maniera di ammollire le ossa, &c.

grandiſſimo numero; ad eccezione delle materie graſſe, delle reſine, e di alcune concrezioni o composizioni duriſſime, come ſono i criſtalli, il vetro, ec. ella penetra tutte l'altre; non vi è differenza ſe non dal più al meno; l'enumerazione che ſe ne potrebbe fare, occuperebbe quì troppo luogo; e un tale diviſamento minuto appartiene piuttoſto alla chimica che alla fiſica: io mi reſtrignerò dunque ad alcuni eſempj, che mi ſon paruti più oſſervabili, che gli altri, o che ſono più intereſſanti per l'uſo che ſe ne può fare.

I ſali, e ſopra tutto quelli che ſi chiamano *alcali*, ſono, fra tutte le materie, quelle che ſi diſciolgono o in maggior quantità o più preſto nell' acqua; e la ſoluzione delle quali preſenta fenomeni curioſiſſimi: eccone due principali, e che mi daranno occaſione di riferirne degli altri: primieramente; un ſale che ſi gitta nell'acqua, vi ſi diſcioglie in più o men grande quantità, ſecondo la natura della quale egli è, ed il grado di calore dell'acqua: ſecondariamente d'ordinario egli la raffredda.

IV. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Si peſi ſeparatamente una mezza lira di ſal marino, ed altrettanto di ſalnitro raffinato; l'un e l'altro in polvere, e ben aſciutto; ſe ne metta a poco a poco in due vaſi, ciaſcuno de' quali contenga una lira di acqua diſtillata, e d'un grado di calore eguale, ſin a tanto che finalmente queſte due porzioni d'acqua ſieno ſaturate, l'una di ſal marino, l'altra di ſal nitro; il che ſi conoſce, quando i grani reſtano nel fondo ſenza diſcioglierſi; e ſi peſino i reſti de' due ſali per ſapere di quale ſe n'è impiegata maggior quantità.

EF-

EFFETTI.

Si trova avanzare più di salnitro, che di sal marino; e per conseguenza si vede che la medesima acqua, con calore eguale, discioglie più di quest' ultimo che del primo.

V. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Se si mette nell' acqua bollente tanto sale comune, quanto ella ne può disciogliere, e se si lasci dipoi raffreddare:

EFFETTI.

A misura che l' acqua perde il suo calore vedesi una parte del sale cadere al fondo; e s' ella si fa riscaldare di nuovo, il sale che si era cristallizzato, dispare, e rientra nell' acqua.

SPIEGAZIONI.

Ogni grano di sale che noi vediamo, è un aggregato di piccioli cristalli, che gli occhi nostri, ajutati dal miglior microscopio, non potrebbono ravvisare separatamente gli uni dagli altri; queste particelle, quando sono riunite, e fanno massa, lasciano fra sè de' piccioli intervalli, ne' quai l' acqua s' insinua, per quella stessa cagione verisimilmente, che la fa entrare ne' tubi capillari. Ma però che questa cagione, qual ch' ella sia, è più valida che la forza con cui le parti del sale son congiunte assieme, l' acqua non solamente sdrucciola fra esse, ma le disgiugne altresì e le separa l' une dall' altre: allora la massa ch' era visibile, sparisce e le sue parti disunite fluttuano nel dissolvente.

Queste particelle saline, tenui forse e sottili quanto quelle di un fluido, s' imbucano anch' elle ne' pori dell' acqua, e si distribuiscono uniformemente in tutta la massa, nella quale, ad onta del loro

ec-

eccesso di peso, rimangono sospese a cagion dello sfregamento, o per la stessa cagione che le ha fatte ascendere. Una prova, che il sale disciolto s' alluoga ne' pori dell' acqua, si è, che i due volumi si confondono; vale a dire, che si può far sciogliere nell' acqua una certa quantità di sale, senza che il vase che la contiene ne sia più pieno: bisogna dunque che le parti del sale non occupino nel fluido se non luoghi ch' erano vuoti, o pur di una materia ripieni che non era acqua.

Le parti del sale unendosi a quelle dell' acqua, n' aumentano la grandezza, e ne cambiano la figura: queste due cagioni, una delle quali potria bastare, rendono il dissolvente men atto a intaccar nuove masse: e per questa ragione senza dubbio l' acqua non può disciogliere se non una certa quantità di sale.

Ma siccome il calore aumenta la fluidità dell' acqua, la sua porosità e quella del sale; la dissoluzione che gran fatto dipende da queste condizioni, diventa più pronta e più intera con l' acqua bollente, che con altr' acqua; e quando il freddo viene a ristrignere i pori; le parti di sale che non vi trovano più luogo, si radunano e cadono al fondo del vase.

Dipendendo in oltre la dissoluzione da una certa proporzion di grandezze e di figure tra le parti del dissolvente, ed i corpi del corpo dissolubile; e dovendo i sali, le cui parti differiscono secondo la spezie, aver per questa ragione de' pori assai differenti gli uni dagli altri; l' acqua non debbe aver presa sopra tutti egualmente. Ecco forse perchè ella discioglie, per esempio, più di sale marino, che di salnitro. Si può credere che tutte

le parti dell'acqua non son di una grandezza eguale; che la sua porosità per conseguenza non è uniforme, e che vi sono nella sua massa degl' interstizj più o meno aperti; egli è altresì probabilissimo, che certi sali abbiano parti tanto tenui e sottili che riempiano fino i più piccioli pori dell' acqua, mentre altri, nel disciogliersi, non possono alluogarsi nè men ne' più grandi; di quì seguir dee, che l' acqua caricata di un sale, quanto l' analogia o la proporzione delle parti il permette, sia ancora in istato di discioglierne qualche altro: infatti veggiamo, per esempio, che l'acqua saturata di nitro discioglie ancora un poco di sal marino.

VI. ESPERIENZA.

APPLICAZIONI.

In una foglietta, od una lira, d' acqua pura e fresca, si meschino 5, o 6 oncie di sale armoniaco polverizzato.

EFFETTI.

A misura che il sale si discioglie, l' acqua si raffredda considerabilmente; del che è facile accorgersi, non solamente al tatto, ma ancora meglio per mezzo di un termometro, tenuto nella mistura, del quale vedesi abbassare il liquore sensibilissimamente.

SPIEGAZIONI.

Il sale armoniaco viene d' Egitto; e cavasi dalla fuliggine de' cammini, ne' quali si sono abbruciati degli escrementi d' animali mescolati con della paglia. M. Geoffroi, che ne ha additata l' origine, ci ha dati pure i mezzi di comporne artifizialmente, e di poter far senza del commercio straniero su questo capo: (a) il Signor suo fratello, nel provare i diversi gradi di freddo o di caldo che

(a) Mem. de l' Ac. des Scien. 1720. p. 189.

che la mescolanza de' sali comunica all'acqua (*a*), osservò, come avea fatto Boyle prima di lui, che di tutti que' sali che la raffreddano, niuno ha così valido effetto, come il sale armoniaco; che cotesto raffreddamento può giugnere fino a far agghiacciare, non già solamente l'acqua stessa che è caricata di sale, ma ogni acqua pura che tocchi il vase, dove è la mescolanza.

Questo dotto Chimico attribuisce tali effetti alla quiete delle parti, supponendo, secondo l'opinione comune, che il calore, ne' corpi, altro non sia che il moto intestino delle piccole masse che li compongono. " Stabilito, dic'egli, (*b*) (con „ tutti i Fisici) che il freddo non sia se non la „ diminuzione del moto, io dico che il raffredda„ mento che i sali apportano all'acqua, sembrami „ venire di qua, cioè che le parti saline essendo „ senza moto, e dividendo quello del liquore, d' „ altrettanto lo diminuiscono, il che produce il raf„ freddamento più o men grande di esso liquore ". E per ispiegare in particolare, perchè il sale armoniaco raffredda l'acqua più di alcun altro sale, aggiugne (*c*); " Il sale armoniaco è, come ognun „ sa, un composto di sale marino e di sale d'ori„ na; l'uno facilissimo, l'altro difficilissimo a scio„ gliersi. Le parti del sale marino essendo come „ imprigionate tra le parti del sal d'orina, succe„ derà che molte parti d'acqua penetrando tosto „ con somma prontezza le particelle saline dell' „ orina, vi perderanno immediate assai del loro „ moto; e questo moto tanto più s'indebolirà, „ quanto che coteste parti d'acqua incontreranno

C 2 „ po-

(*a*) Mem. de l'Ac. des Scien. 1700. p. 110.
(*a*) Ibid. pag. 114.
(*c*) Ibid. pag. 115.

„ poscia delle parti saline di un' altra natura, e la
„ cui resistenza è molto più considerabile, che quel-
„ la de' sali dell' orina; così ne' primi instanti del-
„ la dissoluzione, trovandosi il moto di una gran
„ copia di particelle acquose rallentato tutt' in su-
„ bito considerabilmente dai sali dell' orina, e dal
„ sale marino, ecciterà in que' primi momenti un
„ freddo molto più grande che il freddo delle altre
„ dissoluzioni de' sali, che così prontamente l' acqua
„ non penetra. "

Queste spiegazioni sono intelligibili; non si servono se non di cagioni meccaniche, delle quali almen si ravvisa la possibilità; ma elleno suppongono un principio che io stento ad ammettere, e sul quale ho già detto (*a*) altrove il mio parere; niuna cosa m' induce a credere che i liquidi come tali abbiano un moto di parti, diverso da quello che trovasi in tutti i corpi indifferentemente, pel loro grado di calor attuale. Non veggo adunque, perchè le parti saline avessero ad essere senza moto, nè perchè avessero a diminuire quello dell' acqua, dividendolo. Ma forse potrebbe dirsi, che per la penetrazione reciproca dell' acqua nel sale, e delle parti saline ne' pori dell' acqua, la materia del fuoco vien espulsa per qualche tempo, il che dee rallentare quella spezie di moto in cui consiste il calore, e che da lui dipende per nascere e per sussistere. La congettura pare vieppiù avvalorata, perchè vi sono certe fermentazioni fredde, ch' esalano vapori caldi, e che con quest' effetto sembrano indicare, che il fuoco scacciato con violenza dalle materie che si penetrano scambievolmente, traporta seco le parti più sottili di queste medesime materie.

AP-

(*a*) Tom. II.

APPLICAZIONI.

Alcuni Autori che ſpiano attentamente le cagioni finali, e ſi affaticano per farle conoſcere, conſiderando che il mare è ſalſo per tutto, e che è tale molto più ne' paeſi caldi, che ne' freddi, pretendono che tolta una ſimigliante precauzione, l'Oceano non ſarebbe ſtato altro che una gran cloaca di acque corrotte, inabitabile per qualunque eſſere animato, e inacceſſibile agli uomini. " La „ divina Providenza, dicono, che veglia alla con- „ ſervazione di tutte le coſe, avendo dato al ſale „ la proprietà d'impedire la corruzione, ne ha „ meſſo nell'acque del mare per conſervarle ſa- „ ne; e proporzionando il rimedio ai biſogni, „ ha inpiegato queſto minerale in doſe più forte, „ ne' climi dove l'acqua è più in pericolo di cor- „ romperſi, per lo calor che vi regna. "

Egli è certo che Dio ha fatto tutto per lo meglio; e da mille manifeſtiſſimi eſempj, che non poſſiam vedere ſenza ammirazione e ſenza gratitudine, ſiam convinti che la ſua Sapienza ha ſtabiliti i più ſemplici e più ſicuri mezzi, per conſervare queſto bell'ordine che regna nelle ſue opere, e donde dipende il noſtro ben eſſere: ma per tutto dove i ſuoi diſegni non ſi paleſano da sè, ſempre temo d'ingannarmi nel tentare d'indovinarli, e di attribuire all' autor della natura intenzioni ch' egli non ha avute, e che la natura ſteſſa ſmentiſce, quando ſia meglio oſſervata. Se il ſale è ſtato meſſo nel mare da una mano che non s'inganna giammai, come un preſervativo neceſſario per impedire la corruzione; perchè l'acqua del mare ſi corrompe, come le altre acque, quando ſi conſerva in vaſi chiuſi? Perchè i gran laghi, e tutte le acque dolci, anche de' paeſi cal-

 di,

di, non diventano cloache infette? Finalmente se convenisse assolutamente, che l'acqua del mare fosse incorruttibile, per essere in istato di far vivere degli esseri animati, perchè le acque morte abbondano d'animali a dismisura? Era forse più difficile crear de' pesci che potessero vivere, come i più de' nostri rettili, in un'acqua corotta, che farne nascere di quelli che s'accomodassero con l'acqua salsa, dove tutti gli altri periscono? Mi attengo dunque al fatto, e veggo che secondo il risultato della 5. esperienza, il mare debbe essere più salso (come infatti lo è) ne' climi caldi, che nel Nord, poichè l'acqua tiene tanto più di sale in infusione, quanto ella è più calda. Non è già che non si trovi talvolta, particolarmente vicino alle Coste, alla sboccatura de' fiumi, e nelle correnti, l'acqua del mare più dolce in un paese caldo, di quel ch'ella è d'ordinario in un clima più freddo: ma questi sono casi particolari, che hanno pur le loro cagioni da sè; e quì trattasi di ciò che è in generale.

Non v'ha dubbio che il gusto salato, che si trova nell'acqua del mare, viene dal sale ch'ella contiene; egli si separa da essa tutto dì per evaporazione nelle paludi salse, che son le costiere d'Aunis, di Bretagna, &c. per essere poi distribuito nelle gabelle del Regno; e dalle sperienze del Conte Marsigli, de' Sigg. Halley, Hales, &c. quantunque i risultati non sieno del tutto gli stessi, appare che per ogni lira d'acqua vi ha circa 4 grossi di sale; vale a dire $\frac{1}{32}$ del peso. Ma si vorrebbe sapere, come questo sale si trova nell'acqua del mare, e come vi si mantiene sempre appresso a poco nella medesima quantità: queste due qui-

quistioni non hanno per anche dato luogo se non a congetture.

La più comune opinione suppone, che vi ha nel letto del mare delle miniere di sale, come se ne trova in diversi altri luoghi della terra; che l'acqua che li bagna continuamente, se ne carica a poco a poco, e che il moto distribuisce questa salsedine uniformemente in tutta la massa dell'acque. Questa supposizione non ha niente che offenda a primo aspetto; ella è avvalorata con esempj, e non basta per distruggerla il dire, " Non ha mai " lo scandaglio che si adopera per riconoscere i di- " versi fondi del mare, mostrata l'esistenza di que- " ste pretese miniere di sale; " imperocchè lo scandaglio non va per tutto; e quand'anche vi andasse, cotesti letti di sale possono essere così duri come un'infinità d'altri corpi che lo scandaglio non intacca, e de' quai non porta mai seco fragmenti nè pezzi di alcuna sorte. Ma quello che soggiace a maggiore difficoltà, si è sapere, perchè di queste miniere che il mar cuopre e sfrega di continuo, non se ne disciolga che 4 grossi per lira d'acqua, mentre si sa per altro, che quest'acqua medesima ne può disciorre molto più: Qual è dunque la cagione che ferma i progressi di questa dissoluzione?

Dirassi per avventura ch'ella continua sempre per rimettere il sale, che si trae dal mare?

Una compensazione, o risarcimento così preciso, che la salsedine sia sempre eguale a un di presso, sembra sospetta; non si cava sale dal mare in tutte le stagioni, e non ostante la salsedine è sempre la stessa.

Non sarebbe egli dunque meglio dire, che queste miniere sono esaurite sin dai primi tempi del-

la creazione, e che il mare non discioglie più nuovo sale, perchè non ne trova più da discioglière? Ma come rimettere allora quello che se ne cava ogni anno, per render ragione di una salsedine che sembra essere eguale?

Confesso che questa opinione ha anch' essa le sue difficoltà; ma tuttavolta se si avesse a pigliar partito per qualcheduna, io darei a questa la preferenza. In quanto al risarcimento del sale, io trovo un mezzo di fallo, considerando che quel sale che si estrae dal mare, e che si consuma e ne' nostri alimenti, od in altri usi, non si annichila, ma sol si disperde, che essendo fisso, come si sa ch' egli è, non può se non ispandersi su la superfizie della terra, o cacciarvisi a poca profondità. Le acque dolci devono necessariamente caricarsene, e però che vanno tutte al mare, il sale che vi era uscito vi rientra continuamente: in una parola, convien ammettere questa circolazione, o supporre che tutto il sale ch' esce dal mare resta in terra, ed aumenta la massa del continente. Ma quando si pon mente alla prodigiosa quantità di sale che si consuma dopo tanti secoli, e alla insipidità della terra, quest' ultima suppofizione perde tutta la sua verisimiglianza.

E' vero che le acque, che ritornano al mare, pajono insipide anch' elle; ma quello ch' elleno contengono di sale non può venire che dalla consumazione corrente, lo che è molto poco in paragone della quantità che si dovrebbe trovare nella terra, se tutto vi restasse. La loro insipidità eziandio non è assolutamente tale; le persone che hanno il gusto dilicato, san ben fare la differenza delle acque che bevono: le acque correnti diventano quasi tutte lattiginose o torbide, quando si pro-

provano con la dissoluzione d'argento; e l'acqua distillata riesce ad ognuno sensibilmente più insipida che la non distillata; queste sono tante ragioni per credere che l'acqua comune, che noi chiamiamo *dolce*, non è tale che per comparazione coll'acqua del mare, che è molto più salsa.

Per non dissimulare qui cosa alcuna, di quel che si può opporre contro l'opinione che io difendo, io devo osservare che tutto il sale che si consuma non viene dal mare; se ne ricava molto dalle miniere di Spagna, di Polonia, ec. e dai pozzi salati di Franca-Contea, di Linguadoca, ec. di cui si sa che le sorgenti non vengon dal mare: se le acque correnti riportano il sale al mare, questi sali fossili che gli sono estranei, dovrebbono accrescere la sua salsedine: perciò la ragione che ho data, per far vedere che il sale del mare non dee scemare, pare che induca altresì a credere, ch'egli dee crescre; lo che è egualmente contradetto dalle osservazioni.

Questa difficoltà è grande, e potrebbe, secondo ch'io veggo, diventar più speziosa, se venisse presentata con un certo apparato di calcoli, de' quali ell'è suscettibile; ma si dee por mente che tutto il sale ch'esce dal mare, non vi rientra senza scapito; perchè la natura ne impiega una quantità assai notabile nella nutrizione degli animali, nella vegetazione delle piante, e generalmente nella formazione e nell'aumento di tutto quello che cresce in massa e in volume; e ne resta anco nella terra, per mantenervi le miniere di questa spezie, o per formarne di nuove: così il mare ripiglia appresso a poco la stessa quantità di sale che se ne cava, perchè le acque correnti vi fan rientrare una parte di quello che si fa ne' marassi salsi, ed

una

una parte di quello, che viene dalle maniere: per questo mezzo la salsedine resta sempre eguale, non rigorosamente, ma con dei più e dei meno, che questo sistema non può scansare; e che trovansi per buona ventura d' accordo con le sperienze, che sono state fatte in diversi tempi.

I sali si meschiano molto facilmente con le materie grasse, alle quali l'acqua si unisce con fatica; per questo le lescive portan via così bene la sozzura ed il grasso della biancheria, e le parti olise, che han penetrati i panni; imperocchè le molecule dell'acqua armate, dirò così, delle parti saline ed acute della cenere, intaccano e distaccano il grasso, sul quale scorrerebbono, se fossero sole; e però che il legno che ha nuotato, o che è stato per troppo lungo tempo nell' acqua, trovasi spoglio d' una gran parte del suo sale, la sua cenere è inetta o men buona per le lescive, e si ha ragione di preferirle quella del legno nuovo.

L' unione dell'acqua con le materie grasse si fa ancora molto più facilmente, quando il sale, che serve d' intermedio, si trova già unito con qualche olio; perciò a fine di sbianchire i panni-lini si fa una spezie di pasta, che nomasi *sapone*, e che è principalmente composta d' olio, di sevo, e di qualche materia salina, come la soda d' Alicante, la calce viva, o la cenere di quercia.

Vi son dell' acque che naturalmente han del saponaceo, per la qualità del terreno dove scorrono, e che per questa ragione sono più acconce, che altr' acque, a certi usi; credesi comunemente, che il fiumicello, esempigrazia, *des Gobelins*, molto cooperi mercè la qualità delle sue acque, alla bellezza delle tinture, che si ammirano nell' opere di questa celebre manifattura: ma vengono bene spesso

trop-

troppo esagerare cotali proprietà, con attribuir alla natura d'un paese un merito che si vede con invidia ridondare in vantaggio di quelli che vi coltivano certe arti con distinzione (*a*).

Il desiderio di ber fresco nella stagion calda, ci fa fare delle provisioni di ghiaccio, che conservasi da un anno all'altro in certe cantine o cave sotterranee, chiuse da tutte le parti, e impenetrabili a' raggi del Sole; ma vi son de' tempi e de' luoghi, ne' quali non si ha questo comodo, o perchè non vi fa freddo bastante per convertir l'acqua in ghiaccio; o perchè si manca di ghiacciaja per servarlo. La 6. esperienza ci somministra un mezzo di supplirvi; non vi ha luogo, in cui non vi sia un pozzo, o qualche sotterraneo che abbia 25 o 30 passi di profondità. Ad una tale distanza dall' aria esterna, io ho provato più volte con un termometro, che la temperatura, in tutte le stagioni dell'anno, è appresso poco d'8, o 10 gradi al di sopra del termine della congelazione; se vi si cala del sale armoniaco in un vase ben chiuso, e dell'acqua in una bottiglia; e se un'ora dopo si tiri su l'un e l'altro, per meschiare insieme una parte di sale con due d'acqua; questa mescolanza sarà quasi così fredda come il ghaccio, e vi si potrà far rinfrescare egualmente la sua bevanda. Io confesso, che questa maniera di supplire al ghiaccio è un poco cara; imperocchè il sale armonia-co

(*a*) Con questo correttivo, io non pretendo già dire, che non vi sieno in certi terreni, o in certe acque, delle proprietà che le distinguono; vi son mille esempj che lo provano; ma prendo di mira solamente l'abuso che si fa di tal cognizione, con attribuire sovente alla natura ciò che all'arte o all' industria è dovuto.

co vale circa 49 solidi la lira: ma io non la presento se non a coloro, i quai non si contentassero di rinfrescar semplicemente il loro vino nell' acqua di pozzo; è giusto che la loro dilicatezza costi loro qualche cosa.

Si può ancora, (ma la cosa è di pura curiosità) con la soluzione del sale armoniaco, giugnere a un raffreddamento capace di agghiacciare dell' acqua pura. Ecco come si dee per tal effetto procedere. Prendete dell' acqua la più fresca che potete avere, del sale armoniaco polverizzato che sia pur fresco; e ponetevi per questa operazione in un luogo dove regna il men di calore che sia possibile: fate un primo miscuglio secondo la dose accennata quì sopra, ed in tal quantità che possiate far raffreddare in due vasi separati, circa 8 oncie di sale armoniaco in polvere, di cui farete poscia un secondo miscuglio; se v' immergete per alcuni minuti un picciol tubo di vetro assai sottile, e pieno d'acqua pura, lo ritirerete tutto agghiacciato; ed osserverete attorno del vaso che contiene il sale e l' acqua, una spezie di brina simile a quella che vedesi ne' vasi ne' quai si meschia del sale con del ghiaccio, per fare delle congelazioni artifiziali nelle officerie.

Se si trovassero adunque alcuni stati o vene di terra; dove vi fosse una materia della natura del sale armoniaco, l' acqua che vi passerebbe, e che la metterebbe in dissoluzione, non si gelerebbe, ma potrebbe far gelare l' acqua de' luoghi circonvicini, anche in un tempo, in cui non fosse gelo altrove. Così si avevano spiegate non so quali maraviglie, che si spacciavano circa la grotta di Besanzon; ma M. de Cossini che l' ha di poi esaminata con attenzione per scoprirne la verità,

non

non vi ha veduto niente di singolare, almen conforme al grido. La spiegazione, che s' era studiata e lavorata, non sarà per questo fatica inutile; dicesi che nell' Indie si fanno spesso delle congelazioni che molto somigliano a quelle che raccontavansi della grotta di Besanzon; forse nella moltiplicità se ne troverà qualcheduna di reale: frattanto questi è un fenomeno spiegato innanzi tempo; imperocchè se egli non è, è possibile che lo sia.

SESSIONE SECONDA.

Dell' acqua considerata nello stato di vapore.

QUando un vase contiene dell' acqua più calda che l' aria che la circonda, il fuoco che n' esala, porta seco le parti della superfizie, che si trovan esposte al suo urto; queste piccole masse così distaccate si sollevano e si estendono, sì per l' impulsione che han ricevuta, come per lo succiamento dell' aria che fa l' ufizio di una spugna, e formano quella spezie di fumo che si chiama *vapore*, e che è tanto più denso quanto vien ricevuto in un' aria più fredda e più capace di condensarlo. Così noi vediamo fumare d' inverno l' acqua di fresco cavata da un pozzo; nella State non vediamo l' istesso effetto; imperocchè quando il calore dell' atmosfera è più grande che quello del pozzo, il fuoco tant' è lungi ch' esali dall' acqua, che al contrario vi entra, e quando anche se n' elevasse qualche vapore, il caldo che regna nell' aria non farebbe che sottilizzarlo, e sottrarlo alla vista.

Una prova, che il partir de' vapori da una massa sia cagionato dall' impulsione del fuoco che si esa-

esala, si è ch'eglino seguitano l'istessa strada che lui: Imperocchè si sa, che un corpo caldo il qual si raffredda nell'aria, trasmette il suo calore da tutte le parti; e s'egli è coperto di una pezza bagnata, il vapore che fa nascère, si estende altresì in tutte le direzioni.

Il vapore dell'acqua non è un liquore; ma un fluido che ha alcune proprietà particolari e notabilissime. Egli non è sensibilmente più caldo dell'acqua da cui esce, qualor passa liberamente nell'aria dell'atmosfera; ma quando è ritenuto in un vase chiuso da tutte le parti, riceve, come l'acqua, gradi di calore, di cui non è ancora tentato di trovare i limiti, a cagione del pericolo al quale un si espone nel fare tai sorte di esperienze. Già si sa non per tanto, che l'acqua od il suo vapore, messo alla prova nel Digestore di Papin, divien così caldo, che fonde lo stagno ed il piombo, il che ha fatto dire a de' valenti Fisici (*a*) che l'acqua sarebbe forse capace di divenire così ardente come il ferro od il rame fuso.

Ma quel che più si ammira nel vapore dell'acqua, si è la sua prodigiosa dilatabilità che supera incomparabilmente quella dell'aria, e quella dell'acqua; imperocchè abbiam fatto vedere precedentemente che questa non si dilata se non d' $\frac{1}{26}$ dal momento in cui cessa d' esser ghiaccio, fin a quello in cui comincia a bollire, ed abbiam provato nella decima Lezione che per aumentare di due terzi il volume dell'aria, facea d'uopo di un calore capace di ammollire il vetro; ma l'esperienza seguente proverà che con un molto mi-

nor

(*a*) Boerhaave Elem. Chim. P. II. p. 327. Musch. Ef. de Phys. p. 434.

nor calore, l'acqua ridotta in vapore prende un volume 13000, o 14000 volte più grande.

PREPARAZIONE.

VII. ESPERIENZA.

Convien fare scelta d'una palla cava di vetro assai sottile, guernita d'un tubo, appresso a poco come i vetri de' termometri ordinarj; farvi entrare una goccia d'acqua, il cui volume, per calcolo o stima fatta, sia a quello della palla a un di presso, nella proporzione di 1 a 14000, lo che trovasi facilmente con la comparazione de' diametri. Convien poscia riscaldare fortemente questa palla, girandola adagio adagio sopra uno scaldino rovente, per ridurre la goccia d'acqua in vapore, e tuffare prontamente l'estremità del tubo in un bichiero pieno d'acqua, che si sarà purgata dall' aria. Vedi *la Fig.* 4.

EFFETTI.

Alcuni instanti dopo questa immersione, l'acqua ascende precipitosamente, e riempie quasi affatto la palla.

SPIEGAZIONI.

La goccia d'acqua che si dilata, per l'azion del fuoco, e che si estende in vapore, sospigne e caccia l'aria ch'è chiusa con essa nella palla; ma quando ella vien a raffreddarsi, ed a ripigliare il suo primo volume, il luogo ch'ella non vi occupa più, diventa un vuoto, dove il peso dell' atmosfera che gravita su la superfizie del vaso G, Fig. 5. fa ascendere in un subito tant' acqua, quanto n'è uscito d' aria.

Il volume d'acqua che si solleva così, indica dunque il volume d'aria ch'è stata sospinta e scacciata; e questo essendo noto, mostra quello del vapore, a cui egli ha dato luogo; se l'acqua che ascen-

ascende occupa tutta la palla, questi è un segno che questa palla era stata riempiuta dalla goccia d'acqua ridotta in vapore, e se la palla è 14000. volte più grossa che la goccia d'acqua, egli è evidente che il vapore ha preso un volume, che eguagliava 14000. volte quello della goccia.

Questa esperienza sarebbe d'una dilicatezza assai grande, se si trattasse di avere esattissimamente la proporzione mutua de' volumi; ma per far conoscere che il vapore dell'acqua è prodigiosamente dilatabile, un appresso poco, come questo, è più che sufficiente.

Io mi servo d'acqua purgata d'aria, per immergere il tubo e per avere un volume d'acqua che esprima quello dell'aria ch'è uscito dalla palla; se non si usa questa avvertenza, dacchè l'acqua entra nella palla vuota, ella si sgrava della sua aria, e questo fluido tenendosi sempre al di sopra d'essa a cagione della sua leggerezza, riempie egli stesso una parte del luogo, ed impedisce che non entri nella palla tant'acqua quanto n'è uscito d'aria, quando il vapore s'è dilatato.

APPLICAZIONI.

Parlando dell'aria dilatata dall'azione del fuoco, e dell'uso che si può fare di questo principio, per empier vasi, l'orifizio de' quali troppo stretto non permetterebbe che si adoprasse un imbuto; ho detto che non si potrebbe con questo mezzo se non imperfettamente riempire i vetri de' termometri; e che in tutti i casi dove bisognasse che simili vasi fossero intieramente pieni, si dovea ricorrere ad un altro espediente, che ho promesso di far conoscere; egli è appuntino quello, mediante il quale ho fatto uscire tutta l'aria della palla di vetro, nell'esperienza precedente;

im-

imperocchè essendo i vapori più dilatabili che l' aria, se si fa da bella prima entrare alcune gocce del liquore nel vetro, e si convertiscano in vapori; se s' immerge tosto il tubo nello spirito di vino preparato, il vetro del termometro sarà ben presto pieno. Imperocchè non è solamente il vapore dell'acqua che si dilata così; tutte le altre materie solide o liquide sono capaci de' medesimi effetti, quando si convertono in vapori; così i termometri che si fan col mercurio, e i cui tubi son capillari, si riempiono alla stessa maniera, e se si volesse farne d' olio, si potrebbe procedere coll' istesso metodo.

Quando il vapore che si dilata, non ha onde stendersi, egli fa sforzo contro tutto quello che gli resiste, e questo sforzo può vincere ostacoli considerabilissimi.

VIII. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

H, Fig. 6. è una picciola pera cava di metallo, nella quale si mette un poco d' acqua, ed il cui orifizio è chiuso con un piccolo turacciolo di soghero, che lo serra puntualmente, ma che non vi è cacciato a forza. Questa piccola pera è alluogata sopra un castelletto assai leggiero, nel cui mezzo si è praticata una lampana di spirito di vino, ed il tutto è mobile, come un carretto a tre ruote; si colloca quest' istrumento sopra un piano diritto ed eguale, e si mette il fuoco alla lampana per riscaldare la pera.

EFFETTI.

Alcuni instanti dopo che si è accesa la lampana, il turacciolo della pera salta con empito e scroscio, il vapor dell'acqua esce impetuosamente, e tutta la macchina rincula facendo qualche giro.

SPIEGAZIONI.

Il fuoco che riscalda la picciola pera, fa bollire il poco d'acqua ch'ella contiene, e la riduce in vapori che si dilatano, e che fanno in tutto l'interno del vaso uno sforzo simile a quello d'una molla che tende a scattare, od allentarsi: quando questo sforzo cresce fin a un certo segno, ei fa saltare il turacciolo, il vapore ch'esce repentinamente, spigne l'aria con più di velocità di quel ch'ella possa cedere, e trovandosi quindi appoggiato come sopra un punto fisso che non s'attiene alla macchina, porta il suo sforzo contra il fondo della pera, che cede rinculando, perchè regge sopra un castelletto mobile. Così appunto si fa il rimbalzo o il salto indietro dell'armi da fuoco; così appresso a poco un razzo si solleva quando si è messo il fuoco alla parte inferiore, come l'ho spiegato, parlando dell'urto de' corpi elastici. (a)

APPLICAZIONI.

Quando si rinfrescano i cannoni dopo fatti molti tiri, bene spesso accade, che la scopa che si fa entrare nel pezzo, per bagnarlo, è prontamente e forzosamente rispinta: la ragione si è, perchè il metallo scaldato converte in vapori l'acqua che vi si porta; e quando la scopa riempie troppo appuntino il calibro, quesso vapore dilatato la caccia fuori, con una forza superiore a quella de' Cannonieri impiegati in questa bisogna.

Quando un Cuciniere gitta nella frittura, (massimamente se ell'è troppo calda) del pesce, o alcuni legumi umidi, si sente stridere per qualche tratto di tempo, e l'olio bollente salta qualche volta alle mani ed al viso di quelli che troppo vi si ac-

(a) Tom. I. p. 360. &c.

costano. Questi effetti nascono, perchè le materie grasse concepiscono molto più di calore, che l'acqua non ne può sopportare senza evaporarsi; quando le parti di questa entrano nella frittura, sono a prima giunta trasformate in vapori, che si dilatano in un subito, e che fan sprizzare da tutte le parti l'olio che gl'involve: e però che queste così fatte esplosioni succedono tra il fondo della padella, e l'aria che pesa di sopra, l'una e l'altra ne son percosse, e risuonano con romore e scroscio.

Ma questi accidenti (che potrebbon però diventar molesti e rischiosi) sono un nonnulla, a paragone di quelli, ai quali si espone un fonditore, che liquefa la sua materia in una forma o stampo non ben asciutto; quante volte non si son veduti andar a male tentativi considerabili, e la materia fusa sollevarsi, o spandersi come un torrente di fuoco, con gran pericolo degli Spettatori? Il più delle volte questi funesti effetti nascono da un vapore umido, dilatato dal metallo rovente, che fa crepar le forme per trapelare e farsi un passaggio, e che scaccia e sospigne davanti a sè tutto quello che al suo passo si oppone.

Alcuni Autori hanno già detto che la forza portentosa, che sempre con ammirazione si vede nella polvere da fuoco, non tanto procede dall' aria ch'ella contiene o che si trova alluogata tra i grani, quanto dalla grande dilatabilità della sua propria materia; e quest' opinione mi sembra plausibilissima: imperocchè infatti quando il fuoco accende una carica di polvere, che altro fa ella, qual cambiamento vi apporta, se non se quello di convertire in vapori il solfo ed il salnitro, che sono in consistenza di solido? Ma appena

sono fermati questi vapori, che il medesimo fuoco che li ha fatti nascere, continuando la sua azione, li dilata quanto sono dilatabili, o quanto lo può permettere l'ostacolo che li ritiene, mentre dura la sua resistenza: in generale adunque cotesti prodigiosi sforzi devono essere attribuiti al fluido acceso, che si dilata; ma l'aria non fa se non una parte di questo fluido, e questa parte non è la più grande; nè la più dilatabile; egli è dunque verisimile che il maggiore sforzo non viene da essa.

Quelle ampolline di vetro che si fan crepare gittandole nel fuoco, fanno molto più di scroscio, quando si aggiungono alcune gocce d'acqua, all' aria ch'elleno racchiudono; imperocchè allora il vetro non potendo riscaldar abbastanza per ammollirsi, non solo dà tempo all'aria di dilatarsi con maggior forza, come abbiam detto, parlando dell' azione del fuoco su questo fluido; ma la goccia d'acqua mettendosi in vapore più dilatabile che l'aria stessa, fa un'eruzione più violenta. Le ova di pesce che si gittano sopra carboni accesi, sono quasi mortaletti naturali appresso a poco di questa spezie, e che crepano per la stessa ragione; imperocchè ell'è sempre una materia rinchiusa sotto un involucro duro e difficile a rompersi, che si dilata per l'azione del fuoco.

Si pubblicò nel *1695*. un'operetta di M. Papin allora Professore di Matematiche nell' Università di Marburgo, sopra molte nuove macchine ch'egli aveva inventate, e tra le quali ei proponeva la costruzione di una nuova tromba, i cui stantuffi sarebbono stati messi in moto dal vapore dell' acqua bollente, alternativamente dilatato e condensato. Questa maniera di sollevare l'

acqua,

acqua, immaginata e pubblicata fin da allora, fu proposta ancor da poi, ed eseguita eziandio da M. Dalesme, che fece vedere nel 1705. all' Accademia delle Scienze una macchina, con la quale ei faceva saltar l' acqua ad una grande altezza, senza impiegare altra potenza che la molla di cotesto vapore dilatato dal fuoco (*a*). Finalmente gl' Inglesi valendosi di questo principio, e forse dell' applicazione che se ne avea già fatta, (imperocchè M. Papin era membro della Società Reale, e la sua opera era pubblica;) fecero una tromba cui impiegarono ne' lavori pubblici, e che fu anche da noi imitata: col mezzo di quest' ammirabil macchina, si seccano le miniere in Condè in Fiandra. M. Belidor nella sua Architettura Idraulica fa un' ampia ed elegante descrizione della maniera ond' ella è costrutta, de' suoi usi, e de' suoi effetti; ivi convien studiarla per conoscerne tutte le parti, e tutti gli avantaggi; per me, basterà quì far vedere solamente un' applicazione del principio in una macchina molto semplice, e senza stantuffi.

A B, *Fig.* 7. è una cassa più lunga che larga, guernita di piombo nel di dentro, e ripiena d' acqua appresso a poco fin alla metà: C D sono due stipiti dirizzati su la cassa per sostenere uu truogolo E che pur è foderato di piombo. F G è un piccolo fornello di metallo nel quale vi è una lampana di spirito di vino, e che porta una caldaina H I, che riempiesi d' acqua circa la metà, per un buco che v' è in alto, e che poi si chiude con un turacciolo a vite K; sotto lo sporto, o spalla del quale si serrano degli anelli di carta ammollata. L M è un cilindro di

(*a*) Hist. de l' Ac. des Scien. 1705. p. 137.

vetro cavo, guarnito nell'alto a abbasso di un fondo di metallo che s' applica con annelli di cuojo insrappofti, per impedire qualunque comunicazione dal di dentro al di fuori; quello d' abbasso M porta un tubo aperto da una parte e dall'altra, una cui estremità s' immerge nell' acqua della cuneta, e l'altra che è guernita d' una valvula, corrisponde alla parte superiore del cilindro di vetro. Il fondo superiore L porta un caneletto di comunicazione, la cui chiave forata secondo il suo asse e secondo uno de' suoi raggi, fa comunicare il vase cilindrico LM, che si empie d'acqua solamente per la prima volta; ora col canale N che mette capo nella caldaina, ora con quello che si congiunge col tubo ascendente OP.

Sendo adunque accesa la lampana dacchè l'acqua vien a bollire, ed i vapori sono dilatati nella parte superiore della caldaina; se, girando la chiave del canaletto di comunicazione, si lasciano passare nel vase LM; eglino vi si estendono, e ne cacciano tutta l'acqua che vi è, per lo tubo ascendente OP; allora se si gira la detta chiave, in maniera che vi sia comunicazione tra la cassetta cilindrica ed il canale Q che termina nel tubbo ascendente, vi cadono alcune goccè d'acqua fredda che condensano il vapore, cioè che lo riducono a un sì picciol volume, che il vase si può riputar vuoto; subito il peso dell'atmosfera che agisce per lo foro M sopra l'acqua della Cassa, vi porta dell'acqua, e lo riempie, come vediamo che succede nella palla di vetro della settima esperienza; quest'acqua è sospinta come la prima, dacchè si lascia rientrare il vapore; e questo vapore fa luogo ancora alla nuova acqua, dacchè si condensa, rivolgendo la chiave per ot-

tene-

tenere alcune gocce fredde dal tubo ascendente. Con queste reiterate alternative, si vuoterrebbe la cassa, e si riempirebbe il truogolo ch' è in alto; ma per far durare il gioco della macchina più lungo tempo, si è praticato un tubo o canale di discarico R S, che riconduce l' acqua alla sua prima sorgente.

Vi sarebbe del pericolo per quelli che sono occupati al servigio di queste sorti di trombe, se si lasciassero sorprendere da una troppo violenta dilatazione de' vapori; per questo vi si fa un picciolo spiraglio G, sopra 'l quale si mette una lenguella caricata di un peso, che fa meno resistenza, di quel ch' è capace di fare la caldaina; affinchè se il vapore diventa troppo forte, trovi un esito che lo rallenti, avanti che possa far crepare il vase.

Non si può negare che la tromba da fuoco non possa essere utilissima, e che il suo uso non sia sicuro, poichè ne siam convinti dall'esperienza stessa; ma è di essa, come di tutte le macchine, che bisogna sempre adoprare in circostanze convenienti; imperocchè bene spesso quella che è buona in un caso, è cattiva in un altro. Gl'Inglesi hanno da prima usata la tromba da fuoco nelle lor miniere di carbone; ell'è riuscita perfettamente, e se ne continua l'uso: ma avendola poi introdotta in Londra per distribuir l'acqua del Tamigi, ne' luoghi differenti della Città, sono stati costretti d'abbandonarla: perchè mai questa differenza? Perchè questa macchina consuma molto di fuoco, e sparge il fumo in tutti i dintorni; questi due inconvenienti facilmente si soffrono ne' luoghi scoperti, dove il fumo si dilegua, e nelle miniere di carbone, dove il fuoco non costa quasi niente a

mantenersi; ma nel centro di una Capitale, quest' è tutt' affatto diverso.

E' probabilissimo, che Papin, che sembra essere stato il primo ad immaginarsi di far servire il vapore dell' acqua come un nuovo principio di moto, siesi condotto a questo pensamento, per l'uso del suo *Digestore*, di cui sopra ho fatta menzione; imperocchè ogni volta che si allenta la vite che forma il coperchio, innanzi che il vase sia sufficientemente raffreddato, il vapore lo si spigne con gran forza, ed esce egli stesso impetuosamente. Ma l' effetto dell' eolipila così noto lungo tempo prima, averebbe dovuto insegnare più presto di qual forza è capace un vapore dilatato, e ciò che aspettar si può dal suo sforzo, se i Fisici, copiando gli uni dagli altri, non si fossero assuefatti ad attribuire alla dilatazione dell' aria ciò che veramente appartiene a quella del vapore dell' acqua, o del liquore che si fa bollire in questo istrumento.

Si chiama *eolipila*, una pera cava di metallo, la cui coda, o manico T, è un canale assai stretto; vi si fa entrare riscaldandola, come si è detto in più luoghi di sopra, dell' acqua o qualch' altro liquore che riempia la metà, od al più i due terzi della capacità sua: ella si mette poscia, come una caffettiera, sopra carboni ardenti, e si stuzzica il fuoco, fin a tanto ch' ella sbuffi o soffi violentemente per lo picciolo canale della sua coda. *Vedesi la Fig.* 8. Quindi si rovescia l' eolipila, continuando a scaldarla collo scaldino che un poco si inchina; e subito il liquore n' esce in forma di getto, che ascende qualche volta all' altezza di 25 piedi. Se questo liquore è acquavite, si può rendere più grazioso lo spettacolo, presentando, alcuni

cuni pollici al di sopra dello sprizzo, una fiaccola accesa imperocchè allora il liquore s'infiamma e forma un gitto di fuoco. *Fig. 9.*

In tutto questo, dov'è l'azione dell'aria? Forse in quel primo soffio che diventa così gagliardo, quando il liquore comincia a bollire, Fig. 8.? Per restar convinti, che non è altro che un vapore, basta presentare un bicchiero pien d'acqua, in maniera che l'orifizio per cui egli esce sia un poco immerso, e si vedrà che vengono bollicelle d'aria pochissime, o niuna affatto. Forse nell'uscita precipitosa del gitto, Fig. 9. come se e' fosse l'effetto dell'aria che si dilata nella parte più alta dell'istrumento? Ma quest'aria è ella più calda allora di quel che fosse nel momento innanzi, quando la pera era dritta? Non ha ella presa tutta la sua dilatazione, avanti che l'istrumento si rovesci? E s'ella si potesse dilatare ancora, potremmo noi attribuirle la violenta eruzione del liquore, quando sappiamo che il grado di calore ch'ella ha, non può aumentare il suo volume, che di un terzo, a cominciare eziandio da uno stato, al di sotto di quello ch'ella ha comunemente nell'atmosfera, come l'ho provato nella X. Lezione? Non è egli molto più verisimile, e quasi dimostrato, che il liquore è sospinto dal suo proprio vapore, che occupa la parte più alta del vase, perchè è più leggiero; e che lo spigne ad uscire, perchè continuando a riscaldarsi o dilatarsi, tende sempre a distendersi? Io non credo che questa spiegazione possa essere contrastata, dopo che si son vedute le precedenti esperienze.

Una delle grandi virtù dell'acqua, e che da niuno è ignorata, si è ch'ella serve a spegnere il fuoco, purchè tuttavolta ella non sia convertita

subi-

subitamente in vapore: imperocchè il vapore mescolato con l'aria è un mezzo elastico, nel quale le materie infiammate possono continuar ad ardere, quando pur sendo ritenuto da ostacoli non prenda la sua molla un grado di tensione troppo considerabile. Noi veggiam prove di questa restrizione negl'incendj che nascono in luoghi chiusi, come nelle cave, donde il fumo, ed in genere i vapori non possono uscire; il fuoco, come è noto, vi si soffoga da se stesso, o non fa se non molto lenti progressi. Ma quando l'acqua che si getta sul fuoco, è in quantità bastante; quando non si svapora sul fatto; in somma quando più a lungo sussiste in liquore, sì che l'incendio non può durare su le superfizie ch'ella tocca, non manca mai di produrre l'estenzione che se ne aspetta. Imperocchè si dee considerare allora il corpo infiammato, e l'acqua onde egli si bagna, come se non facessero che uno. Ma questo liquido non può ricevere in aria piena ed aperta se non un certo grado di calore, molto inferiore a quello che fa di bisogno per abbruciare gli altri corpi; niun misto intonacato d'acqua può dunque restare in fiamma, perchè l'acqua con la quale bisognerrebbe ch' egli potesse ascendere, non è infiammabile; tutt' altrimenti dee dirsi de' liquori grassi, che possono, prima di svaporare, diventar così caldi, che abbrucino il legno, fondano lo stagno, ec.

Nel 1721. si sparse un grido, che in Germania v'erano alcuni particolari che sapevano estinguere gl'incendj, col mezzo di una certa polvere, della quale ve ne gittavano un invoglio. Naturalmente un così importante secreto dovette svegliare una ben attenta curiosità. Piccoli invogli di questa polvere erano provisioni che si potean

ave-

avere e riservare per tutto, e che ben più facilmente portavansi che l'acqua, su gli edifizj i più alti, ec. ma dalla curiosità non potè andar disgiunta una gran diffidenza di un prodigio cotanto singolare, e di fama rimota. In fatti si parlò di questa novella molto diversamente. Quei che non sapevan niente degli effetti della natura e dell'arte, se non che si esageran spesso con fastose promesse le scoperte che fa l'ingegno umano, studiando l'una, e coltivando l'altra, non ne vollero creder nulla assolutamente; gli altri, che ne sapevan abbastanza per dubitare, sospesero il loro giudizio, e si misero eziandio a voler indovinare il secreto. La cosa era in questi termini nel 1722. quando due Tedeschi vennero in Francia, per farvi dell'esperienze, le quali dovevano dimostrare la realità di ciò ch' era stato annunziato su tal proposito nelle pubbliche Novelle. Si può vedere da una Relazione ben divisata e particolareggiata, fattane da M. de Reaumur all'Accademia (*a*), come ed in presenza di chi elleno furon fatte, e fin a qual segno riuscirono. Mi basterà dir quì che il secreto consisteva, in far rotolare o sdrucciolare nel mezzo dell'incendio una botte piena d'acqua, nel cui centro v'era una cassetta di latta che contenea alcune lire di polvere da fuoco. Il fuoco s'appiccava a questa polvere, per mezzo di una meccia, e d'un tubo, che traversava un de' fondi della botte, e che metteva capo nella cassetta di metallo; l'esplosione della polvere facea crepar tutto, gittava l'acqua da tutte le parti su le materie accese, e faceva cessar la fiamma.

Vedesi già da questo compendioso racconto, quanto vi fosse da detrarre dall'idea troppo vantag-

(*a*) Mem. de l'Ac. des Scien. 1722.

taggiosa, che il pubblico grido avea potuto far concepire di una tale invenzione. Non era più un invoglio, o pacchetto, che un uomo potesse gittar con la mano per tutto dove il fuoco prendesse; ma era una botte piena d'acqua, che sarebbe stato molto difficile portare su qualche alto edifizio: per confessione di quelli stessi, a' quali importava di dar credito a questa misteriosa botte, (imperocchè convenne indovinarlo) non era questo mezzo efficace fuorchè in luoghi chiusi, e di poca estesa; e l'esperienza fa vedere a tutti gli spettatori un' po' avveduti, che tutto quello che se ne poteva sperare, era di placar la fiamma, e di rendere accessibile l'incendio, il che è anche un vantaggio di momento: Laonde, quantunque una tal invenzione non abbia quell' ampio merito che se n'attende, e ch' era stato promesso, ella può essere impiegata nullostante con buon esito in più casi: e si può dire in oltre ch' ella è non poco ingegnosa, poichè aduna in sè tutte le cognite maniere di estinguere il fuoco; una gagliarda commozione che disperde la fiamma, e che la separa dal suo alimento, una rarefazione d'aria che sola basterebbe per estinguere il fuoco, se ella durasse assai, ed una distribuzione ben intesa dell' acqua, che attacca nel medesimo tempo una grandissima quantità di superfizie appresso a poco, come farebbe un innaffiatojo.

L'eruzioni de' vulcani sono così terribili, le forze che smovono così le viscere della terra, sorpassano cotanto i moti ordinarj, de' quai ci è nota l'origine, che tai effetti prodigiosi ci pajono sempre più grandi, che le cagioni fisiche, alle quali da noi si attribuiscono: questa disproporzione apparente, che toglie ognor alle congetture

più

più ragionevoli una gran parte della loro verisimiglianza, provien forse dal considerar noi queste cagioni solo per parti, quando trattasi di spiegare un effetto, che è insieme il prodotto di molte. Le materie calcinate e le fiamme vomitate da questi grandi fornelli danno a credere, che vi sieno delle fermentazioni e dell' effervescenze, ed annunziano patentemente un sotterraneo incendio. M. Amontons ha provato eziandio, che la forza elastica dell' aria dilatata dal calore, è tanto più grande, quanto questo fluido è più compresso. In questi rovesciamenti che accadono a certe parti del nostro globo, non consideriam dunque solamente una fermentazione che piglia fuoco, e che fa bollire, dirò così, le materie sulfuree e saline che si son mescolate, ma ancor de' volumi d' aria carichi di un' enorme massa, e che tendono a dilatarsi con tanto di forza, quanto son più rattenuti. A queste due prime cagioni, aggiungiamone una terza ancor più possente; ed è la dilatazione de' vapori, non sol delle materie inflammabili, ma ancor dell' acqua, che può incontrarsi ne' siti vicini; e che determina forse con accidentali discorrimenti quelle eruzioni, che accadono di quando in quando. Solo considerando a questo modo il concorso di più note cagioni, ed abbracciando ancora la possibilità di molte altre che sono tuttora ignote, potremo da questi grandi effetti levar l' idea di prodigio, con la quale ci si appalesano dopo sì lungo tempo.

SEZIONE TERZA.

Dell' Acqua considerata nello stato di Ghiaccio.

QUando l'acqua non contiene una quantità sufficiente di quella materia che *fuoco* si chiama, e che è, come abbiam detto, la causa generale della fluidità de' corpi, le sue parti toccandosi troppo da presso, perdono la loro mobilità respettiva, s' attaccano le une all' altre, e formano un corpo solido, trasparente, che si nomina *ghiaccio*; e questo passaggio da uno stato all' altro, si chiama *congelazione*. Il *ghiaccio* per conseguenza è più freddo che l' acqua, ed il suo freddo vieppiù cresce, s' egli continua a perdere cotesta materia, ormai troppo rara o troppo poco attiva, sì che è inetta a renderlo liquido.

I limiti, che mi ho prescritti in quest' opera, e la legge che mi ho fatta d' inferirvi, preferito ad ogni altra cosa, quel che riguarda la parte esperimentale, non mi permettono di entrare in un più lungo divisamento, sopra le cause fisiche della congelazione e sopra i loro differenti progressi, tanto più che il Lettore potrà a ciò supplire abbondantemente, sol che dia un' occhiata ad una Dissertazione dottissima, pubblicata da M. de Mairan su questa materia (*a*); tutto quello che io potrei tentar di meglio, sarebbe un fare l' estratto di essa; il che non è facile, perchè quantunque ella dica tutto, non contien nulla di soperchio. Io mi fermerò dunque ne' fenomeni più importanti, e nelle cagioni più prossime, che si posson provare con fatti.

PRI-

(*a*) Dissert. sopra il Ghiaccio, o Spieg. Fis. &c.

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Convien' esporre all' aria, quando gela, molti piccioli vasi cilindrici di sottil vetro, pieni di acqua pura, *Fig.* 10. ed osservare attentamente ciò che succede.

EFFETTI.

Se non gela forte, si osserva da bella prima una pellicola di ghiaccio sottilissima, che formasi su la superfizie in alto, che tocca immediatamente l'aria: appresso veggiam partire dalle pareti del picciol vase, alcuni filetti che prendono varie direzioni; ed a poco a poco formansi degli altri filetti, che raggiungono e tagliano i primi, facendo con essi ogni sorta d'angoli: finalmente questi filetti si moltiplicano, e si slargano in forma di lamine, che crescendo anch'esse in numero, e spessezza s'uniscono tutte in un medesimo corpo. Questo cilindro di ghiaccio appar molto pieno, e trasparente, dalla sua superfizie esterna, fin ad una certa distanza nel di dentro; ma nell'asse, e ne' dintorni egli è interrotto da una gran quantità di bollicelle d'aria; e la superfizie di sopra che s'era da prima formata piana, trovasi elevata in gibbo, e tutta ineguale ed aspra.

Che se gela più forte, appena si ha il tempo di osservare cotesti filetti, e coteste lamine; tutto si fa più confusamente: le bolle d'aria interrompono indifferentemente tutta la massa, e la rendono opaca: la superfizie di sopra è molto ineguale e convessa, ed il vetro si spezza assai d'ordinario.

Se per un istante si tuffa il vase nell' acqua calda, per distaccare, e torne il cilindro di ghiaccio; questo ghiaccio gittato in un vase pieno d'

ac-

acqua fredda ognor vi nuota sopra, il che incontrastabilmente addita ch' egli è più leggiero dell' acqua.

Quando si vuol fare queste sperienze in altra stagione che nell' Inverno, si può fare un freddo artifiziale, mescolando del sale comune con del ghiaccio pistato in un vase, dove si possa immerger de' tubi di vetro sottile ripieni d' acqua: si vedrà quì sotto, come regolar si possano i gradi di questo freddo artifiziale.

SPIEGAZIONI.

Quando gela nell' aria, la materia del fuoco vi è più rara, o meno in moto, che nell' acqua ch' è ancor liquida. Il picciol vase cilindrico essendo dunque esposto alla brina ed al gelo, il fuoco, che è nell' acqua, svapora, e passa nell' aria ambiente, fin a tanto che questo fluido attivo trovasi uniforme mente sparso nell' un' è nell' altra, appresso a poco come l' umidità d' un pannolino ammollato s' esala nell' aria che lo tocca da tutte le parti, fin a tanto che l' un e l' altra sieno egualmente secchi; l' acqua perde dunque il suo fuoco a proporzione che ne manca nell' aria ambiente: ora in tempo d' inverno, quando gela, vi è nell' atmosfera una grande scarsezza di fuoco; o (lo che si riduce alla stessa cosa) il moto di questo fluido è molto rallentato; ciò che ne resta nell' acqua in simil caso, non basta più per mantenere la mobilità delle sue parti; elleno ricadono dunque l' une sopra l' altre, e si disponiamo in varie guise secondo che la materia che le disuniva si svapora più o meno prontamente, e da questa o da quella parte, più tosto che da un' altra.

Ma a misura che le parti dell' acqua s' avvicinano le une alle altre, i loro pori si ristringono, e l'

e l'aria che vi si trovava annicchiata, e che non può più stare in quegl' interstizj, la cui capacità sempre più va scemando, si unisce in globetti sensibili e riman chiusa nella massa che è già diventata solida. Oltre questi globetti d'aria che si ravvisano ad occhio nudo, se si esamina il ghiaccio con un vetro convesso, se ne distinguono ancor altri innumerabili, molto più piccioli, e più da presso gli uni agli altri.

Quest' aria, fin che ha occupato soltanto i pori dell' acqua, cioè, luoghi vuoti, o quasi tali, non ne accresceva il volume; ma tosto che si raduna in globetti sensibili, ella interrompe la continuità della massa, e la rende più grande. Ecco perchè la superfizie superiore si tumefà, e diventa convessa; e per questa ragione ancora il vetro si spezza, trovandosi così stretto che non può contener l'acqua mutata in ghiaccio.

Il crescere di volume dà al ghiaccio quella leggerezza che lo fa galleggiare; imperocchè un corpo è più leggiero di un altro, quando, con quantità eguale di materia, il suo volume è più grande; o (che è la stessa cosa,) quando a volume eguale egli contien meno di materia: ora il cilindro di ghiaccio è più grande che l'acqua di cui è formato, poichè rompe il vetro, non potendo contenersi nelle medesime dimensioni: l'acqua che si agghiaccia diventa dunque più leggiera, perchè cresce in volume.

Tuttavolta sarebbe formar del ghiaccio un' idea falsa, se lo considerassimo come un' acqua dilatata, siccome han fatto Galilei, ed alcuni altri Autori. Li Sigg. Hughens, Hombergio, de Mairan, Mariotte, e quasi tutti i Fisici moderni che hanno studiata la acqua in questo stato, hanno sempre

creduto ch'ella fosse condensata, e non hanno attribuito l'accrescimento del suo volume, se non all'aria estravasata, che frastaglia la massa, e che vi forma quasi de' vacui, nella stessa guisa appresso a poco che una pietra di cava da macine può essere più leggiera che una pietra più dura di grandezza eguale; non già che nelle sue parti piene ella non sia più compatta, più unita, più dura che questa, ma perchè ella è interrotta da moltissime cavitadi, che contribuiscono al suo volume, senza accrescere il suo peso.

Tutto quello che si potrebbe desiderare per confermar questa spiegazione, si è che facendo del ghiaccio con dell'acqua purgata d'aria, ei si trovasse allora così pesante come l'acqua stessa; in fatti il Signor Homberg n'è venuto a capo, con una operazione che durò ben due anni (*a*). Io ho tentato più volte di ripetere questa esperienza in meno di tempo, non vedendo necessità di farla tanto durare: confesso che non ho potuto mai ottenere il medesimo effetto; e non emmi riuscito giammai di fare ghiaccio che non contenesse bolle d'aria, per quanto io mi fossi adoperato con tutti i mezzi immaginabili affin di purgarne l'acqua: ma ho fatto più volte del ghiaccio sensibilmente più pesante, ch'egli non suol esserlo; e questo dee bastare a chiunque non ha una determinata propensione ad un altro sistema.

Ciò che ha rivolta l'attenzione de' Fisici a considerar particolarmente l'aumentazion del volume dell'acqua che diventa ghiaccio, si è che questo fenomeno è una eccezione dalla legge generale; imperocchè quasi tutte le materie che perdono la loro fluidità per diventar solide, in luogo di cresce-

re,

(*a*) Mem. de l'Acad. des Scien. 1699.

re, scemano di grandezza; e la causa di quest' effetto si presenta da sè: un corpo non è fluido se non per la mescolanza di una materia straniera che slontana o disgiugne le sue parti, e che le ajuta a scorrere le une sopra l'altre, come abbiam detto parlando delle cagioni della fluidità (*a*). Finchè dura questo stato, il volume debb' essere più grande; ma subito che questa materia straniera viene ad uscire, le parti deono raccostarsi, ed il tutto dee diventar più picciolo, più unito, e specificamente più pesante. La leggerezza del ghiaccio è dunque una cosa notabile, e che merita di essere spiegata.

Questa eccezione non è la sola nella natura. M. de Reaumur ha già osservato, che il ferro fuso, nell' instante ch' ei perde la sua liquidità, cresce di volume; e che (conseguenza naturale) i lavori provenuti da questa materia, riescono d'ordinario assai bene, perchè in vece di scostarsi o disgiugnersi dal getto o dalla forma, come gli altri metalli, ella al contrario se le accosta nel prendere la consistenza di solido. M. de Reaumur attribuisce, con gran verisimiglianza, questa proprietà del ferro a una disposizione, od accozzamento imperfetto delle sue parti, nel momento che son fissate mercè di un improvviso raffreddamento: abbisognando un estremo calore per far scorrere questo metallo, ed il menomo freddo facendogli perdere la sua liquidità, le sue parti arricciate l'une contro l'altre non sono già più in istato di scorrere, quantunque abbiano ancora tanta flessibilità che s'avvallino a poco a poco, secondo che il fuoco svapora, e che il moto si rallenta.

Senza abbandonare la spiegazione che abbiam data di sopra, perchè non si potrebbe egli sospet-

(*a*) Tom. II.

tare non so qual cosa simile nell' acqua che si agghiaccia? io mi lascierei trasportare a questa congettura, la quale è già passata per la mente di più altri dotti Fisici (*a*) perchè appunto la congelazione dell' acqua, come quella del ferro, è molto repentina, e l' accrescimento del suo volume è tanto più grande, quanto il ghiaccio si fa per un più rigido freddo. Se si dimanda perchè le altre materie, che seguitano la legge generale, scemino di grandezza nel diventar corpi solidi; si può rispondere, ch' elleno perdono più lentamente la loro fluidità; che le loro parti hanno il tempo di ordinarsi e disporsi nell' accostarsi mutuamente; ch' elleno contengono men d' aria, o che quella ch' elleno contengono, non si raduna in bolle capaci di interrompere la continuità della massa.

M. Muschenbroek che ha molto faticato su la materia che ora trattiamo, pretende che il freddo, e la brinata, o il gelo, son due cose affatto differenti; che l' uno è una mera privazione del foco, ma l' altro è l' effetto d' una materia salina, diffusa nell' aria, e che venendo a penetrar nell' acqua, la coagula, e lega le parti di materia in maniera tale che non possono più scorrere: " Così, dic' egli, l' acqua che si gela, cresce di volume, perchè ella è rarefatta dalla penetrazione di questi piccoli corpi stranieri: e si dissipa e s' evapora facilmente, perchè questa cagione interna fa continuamente sforzo, per scostare le parti della massa. " Convien vedere nell'

(*a*) M. de la Hire Mem. de l' Acad. des Scien. avant 1706. Tom. IX.
M. de Mairan, Dissert. sur la glace, p. 606.

nell'opere stesse (*a*) di M. Muschenbroek, sopra quali prove egli fondi il suo sistema; io non posso quì riferirle in tutta la loro ampiezza, e temerei di indebolirle col darne solamente un estratto.

Io sottoscriverei volentieri a questa opinione, se bastasse, per determinarmi, l'autorità di un amabil maestro; ma ho preso per regola di non cedere fuorchè all'evidenza, od al più verisimile, e non posso dissimulare, che non ho trovato nè l'un nè l'altro nelle ragioni sulle quali si appoggia il citato Autore. Che vi sieno nell'aria delle parti nitrose, e che ve ne sia più d'inverno che in altra stagione, questo l'hanno pensato quasi tutti quelli che han ragionato sopra la natura e sopra le cause del freddo. Ma se hanno sospettato che queste materie saline possano cagionare il raffreddamento dell'atmosfera, non veggo che alcun d'essi, eccettuato M. de la Hire (*b*), abbia giudicato necessario di farle passare nell'acqua per agghiacciarla: bastando loro di scorgere un poco in qual modo l'aria poteva raffreddarsi, hanno creduto ch'essendo quest'elemento divenuto freddo, fosse capace in tale stato di torre all'acqua il grado di calore che le bisogna per scorrere: servendosi così con riserva di una cagione, la cui esistenza è dubbiosa, sono andati incontro a molte difficoltà, alle quali uno s'impegna di rispondere, qualor abbraccia, come il Muschenbroek, l'opinione di M. de la Hire. L'esperienza c'insegna, siccome or ora vedremo, che le materie

(*a*) Comment. in tentam. exper. Acad. del Cimento p. 183.

(*b*) Mem. de l'Acad. des Scien. avant 1700. Tom. IX.

saline, quantunque abbiano la proprietà di raffreddar l'acqua, la rendono tuttavolta più difficile ad agghiacciarsi. Se si suppone adunque, che le parti *frigorifiche*, od *agghiaccianti* sono saline, bisogna ancora supporre che e son sali di una natura affatto particolare; e tali che comparar non si possano ad alcuno di quelli che ci son noti; non saran più dunque quel *nitro aereo*, ammesso da molti Dotti, il quale s'aggira, per quanto si dice, più abbondantemente al di sopra de' terreni, che più ne contengono; imperocchè il salnitro e tutti i sali fossili, che conosciamo, essendo meschiati coll' acqua, non fanno se non ritardare la sua congelazione, in luogo di coagularla.

Ne' caldi maggiori della State, si fa del ghiaccio che rassomiglia perfettamente a quello, che il gelo produce in tempo d' inverno. Vi sono dunque allora delle parti frigorifiche nell'aria? ovver s'elleno sono nel miscuglio di sale e di ghiaccio, di cui si fa uso per oprare queste congelazioni artifiziali, perchè questo stesso miscuglio si liquefà, diventando più freddo?

Se son queste parti saline che accrescono il volume del ghiaccio, dilatando l'acqua ch'elleno penetrano, perchè fanno esse un effetto contrario sopra i vasi di vetro, o di metallo, per li quali sono costrette a passare? imperocchè si fa che il gelo condensa le materie più dure: sarebbe assai strano, e singolare, che elleno fossero capaci di slontanare le parti dell'acqua sola.

Come in oltre può farsi che questa materia estranea a cui si attribuisce la proprietà di legare le parti dell'acqua fra esse, e che, per servirmi

de'

de' termini di Muſchenbroek (*a*), o del ſuo traduttore, fa in riguardo ad eſſe l'ufizio di *colla*; come, dico, addiviene che queſta materia poſſa eſſere nel medeſimo tempo cagione del pronto ſvaporamento del ghiaccio? come può ella fiſſare un fluido, le di cui parti ella è inteſa a diſſipare?

Finalmente queſte parti frigorifiche che ſono di una natura ſalina, come non fanno elleno perdere all'acqua la ſua naturale inſipidità? Non ſi può dire che elleno vi ſieno in troppo picciola quantità, poichè il ghiaccio è comunemente d'un $\frac{1}{19}$ (*b*) e ſecondo Boyle d' $\frac{1}{10}$ più grande che il volume di acqua di cui è formato; biſogna non ſolamente che queſta materia ne occupi i pori, ma ancora uno ſpazio conſiderabile nella maſſa; è egli dunque un ſale inſipido? Tanto ſarebbe dire un ſale, che non è ſale; ed allora ſotto quale idea ſi preſenterà egli, per avere la proprietà d'inſinuarſi, d'intaccare, di slontanare le parti dell'acqua, e di prender luogo nella ſua maſſa?

Nelle Sperienze dell'Accademia *del Cimento*, ſe ne trova una, la quale è favorevoliſſima all'opinione, che io ho fin or combattuta. Il liquore di un termometro ſi è veduto abbaſſarſi, nel foco di uno ſpecchio uſtorio, eſpoſto rimpetto a un mucchio di ghiaccio che peſava 500. lire. " " Vi ſono dunque de' raggi di freddo poſitivi, e " capaci d'eſſere rifletttuti; la congelazione dell' " acqua non viene adunque da una mera priva- " zione o diminuzione di calore. " Ecco l'argomento che ne hanno cavato quelli, i quali hanno ammeſſo e voluto accreditare il ſentimento de' Sig. de la Hire e Muſchenbroek; ma perchè

(*a*) Eſſais de Phyſ. p. 443.

(*b*) Monſ. de Mairan Diſſert. ſur la glace P. 616.

questi due Autori hanno eglino lasciato di citare questa esperienza, per prova del loro sistema; massime l'ultimo, che ha tradotta e comentata l'opera, in cui la sperienza si trova scritta? Eccone, a parer mio, la ragione; nel medesimo luogo del testo (*a*), dove se ne fa menzione, leggesi, che il risultato n'è paruto dubbioso, e ch' ella non è stata fatta con sufficiente cautela e cura, sì che non merita vi si presti fede: *Non enim ea omnia fecimus quæ necessaria forent, ad hoc experimentum ita confirmandum, ut fides eidem haberi possit.*

Un'altra ragione di questa omissione, che si può in oltre presumere, e che è più forte della prima, si è, che un Fisico sì zelante e laborioso, come M. Muschenbroek, non averà mancato di ripetere questa esperienza, la qual dee certo parere curiosissima ed importante; e se vi si è posto, come è probabile, il fatto stesso l'averà convinto come ha convinto me più volte, negl'inverni del 1740, e 1742; che lo specchio concavo non fa in simil caso se non quello che potrebbe fare ogni altro ostacolo, di qualunque figura ch' ei fosse; vale a dire, fermar tra il ghiaccio e lui una massa d'aria che si raffredda semplicemente per comunicazione, se non è da bella prima egualmente fredda che 'l ghiaccio. Così o il liquore del termometro situato tra lo specchio ed il ghiaccio non si abbassa; o se si abbassa, quest' effetto succede indifferentemente, quando anche l'istrumento è in ogni altro sito, che nel foco dello specchio.

APPLICAZIONI.

Uno de' più comuni effetti del gelo, è far rompere

(*a*) Experim. IX. circa glaciem naturalem.

pere i vasi che si trovano pieni d'acqua, se non sono otturati, e se la loro apertura è un po' grande, il ghiaccio comincia dalla superfizie che tocca l'aria esteriore; l'acqua che è sotto questo primo strato, si trova allora chiusa da tutte le parti: e diventando ghiaccio, non può più estendersi, se non slontanando le pareti, o rompendole, se non sono di una materia molto estensibile; così i vasi di vetro, di majolica, ed anche di ferro fuso, reggono rare volte a questa prova; ed è savia cautela tenerli vuoti in tempo che gela.

Questo sforzo dell'acqua che si agghiaccia, è prodigioso; vedesi per un'esperienza di M. Huyghens, che è stata ripetuta di poi da molte persone, che è capace di far crepare una canna di moschetto. Boyle, avendo fatto gelar dell'acqua in un vase cilindro di rame, che avea circa tre oncie o pollici di diametro, trovò che questo picciol volume agghiacciandosi, sollevava un peso di 75. lire. Ma avanti di lui gli Accademici di Firenze aveano già provato con operazioni più ingegnose, di quale grossezza doveva essere un vase cilindrico di rame, per resistere alla forza espansiva del ghiaccio; e M. Muschenbroek che ha dottamente commentate le loro esperienze, giudicando del valore di questo sforzo, della resistenza del metallo, stima ch' egli equivale a un peso di 27720 lire; il che è quasi incredibile.

Non dee più dunque recar maraviglia il vedere, che il ghiaccio sollevi il lastricato delle strade, che faccia spacare le pietre e gli alberi, che screpoli i cannoni delle fontane quando non si ha l'avvertenza di tenerli vuoti, ec. Imperocchè per tutto dove si trova l'acqua, dacchè ella divenuta ghiaccio, fa sforzo per distendersi, ed i maggiori osta-

ostacoli, non sono capaci d'impedirnela. Ma convien osservare che la maggior parte di questi effetti non succedono per un gelo, che è stato preceduto da un tempo secco, ma più tosto dopo un falso disgelamento, o dopo una lunga e copiosa umidità; imperocchè solo in queste ultime circostanze i corpi più porosi si trovano penetrati dall'acqua. Si può osservare ancora, che il marmo, i sassi, il vetro, e generalmente tutto quello che non diventa umido nel suo interno, non si fende al gelo, come la pietra tenera, in cui le parti dell'acqua si insinuano facilmente; e diventano, agghiacciandosi, come tanti piccicli palloni che si gonfiano, e sollevano gli strati che le cuoprono.

Il Signor Homberg cercando la cagione di questa forza enorme con la quale l'acqua si estende diventando ghiaccio, credette di ritrovarla nel nuovo stato dell'aria che si rauna a bolle nella massa; questo dotto Fisico fa in questo proposito una osservazione giudiziosissima: „ Le particelle d'aria, „ dic'egli, che sono alluogate ne' pori dell'ac„ qua, vi sono premute e ritenute con più di „ forza, essendo così divise, che nol sono dopo „ la loro riunione: imperocchè presentando elle„ no molto più di superfizie al liquido ambien„ te, la somma di tutte le pressioni ch'elleno „ hanno a sostenere separatamente supera altre„ sì di molto il peso di cui è caricata una bol„ licola d'aria composta di tutte queste particel„ le riunite. " Dal che ei conchiude, che l'aria, da cui l'acqua si sgombra agghiacciandosi, e che resta chiusa nella massa, esercita più liberamente il suo elastico; ch'ella però debbe estender-

dersi, ed aumentare, con tutta la forza che le viene restituita, il volume, di cui è parte.

Il raziocinio del Signor Homberg, fondato su le leggi dell' Idrostatica, e su la cognizione che abbiamo delle proprietà dell' aria, conchiude molto bene, che questo fluido, a misura che si sbriga dai pori dell' acqua, ne debbe estendere il volume per la sua molla, diventa più libera: ma che questa nuova forza, di cui comincia a godere allora, sia capace di vincere ostacoli, quai son quelli de' quali ho fatto parola, stento a comprenderlo; imperocchè quando il ghiaccio è formato, la molla dell' aria ch' ei racchiude, è allentata affatto, oppur nò? Alcuni pretendono che sì, gli altri sostengono il contrario; ed opponendo esperienza ad esperienza, questi assicurano, (ed a me è paruto di veder lo stesso) che se si fora il ghiaccio per dar uscita alle bollicole d' aria, questo fluido scappando fuori precipitosamente fa vedere, che la sua molla ivi era inceppata; ma il grado di velocità con cui egli esce, non corrisponde agli effetti, che produce l' acqua che s' agghiaccia, per la sua espansione. Dall' altra parte se l' aria che vedesi nel ghiaccio, è ritornata alla stessa densità che quella dell' atmosfera, cosa dunque si può attribuire alla molla ch' ella ha acquistata, raccogliendosi in bollicole? Nient' altro, che di avere promossa un' aumentazione di volume, che non eccede la decimanona parte del tutto. Dico d' avere promossa; imperocchè il volume dell' acqua che si agghiaccia, dee crescere per la sola ragione, che l' aria radunasi in bollicelle, come l' abbiam detto nelle spiegazioni precedenti.

Per dire quel ch' io ne penso; io non rigetto questa cagione, che in fatti potrebbe avere qual-

che

che parte nell'aumentazion del volume del ghiaccio; ma non credo che ella sia la principale; ed ecco, come io crederei di poter render ragione della forza quasi invincibile, con la quale si fa questa espansione.

L'aria raccolta in bollicole è, senza alcun dubbio, la cagione immediata dell'aumentazion del volume, poichè s'ella non cagionasse interruzione nella massa, l'acqua si conterrebbe in uno spazio minore; e le cose debbon'esser così, quand'anche quest'aria non facesse alcun sforzo per estendersi. Ma tanto più d'aria si raccoglie in bollicelle, quanto più n'esce dai pori dove naturalmente ella s'alluoga: l'espansione del volume viene dunque originariamente dalla cagione (qualunque ella possa essere) per cui si ristringono i pori dell'acqua, e per cui l'acqua si condensa: ora quella cagione che condensa l'acqua, e che la rende un corpo duro, è certamente la stessa che indura le altre materie, allorchè una cagione interna cessa di mantenere la sua fluidità; e noi sappiam per mille esempj familiari con quale potere ella adopera: siccome la condensazione dell'acqua è più forte e più pronta, quando il freddo è più aspro, in simil caso, il ghiaccio debb'essere più ripieno di bollicelle d'aria, avere un volume più grande, ed essere capace di maggiore sforzo; il che s'accorda con l'esperienza.

Quando i fiumi o li stagni si gelano, il ghiaccio comincia sempre dalla superfizie dell'acqua, checchè ne dica un celebre Autore, il quale è stato ingannato dalla relazione concorde de' barcajuoli, de' mugnai, e generalmente di tutti coloro che faticano su le acque correnti. Costoro sostengono ostinatamente che il ghiaccio si forma da

bella

bella prima nel fondo dell'acqua, e che in appresso viene a galla. L'unanimità d'errore, tra gente cui è facile vedere le medesime cose, m'ha dato a sospettare che ciò nascesse da qualche fatto male interpretato, ed in vero, esaminando ben da presso la cosa, ho veduto quello che può indur in errore uomini che non han principj, e che s'attengono alle prime apparenze. Quando un fiume si rappiglia pel ghiaccio, se a qualche distanza dalla riva se ne rompe un pezzo, e se ne porta via, un momento dopo vedesi compatire alla sboccatura del buco aperto una massa di ghiaccio imperfetta, come spongiosa, piena di terra, o d'altre sporcizie; ciò indurrebbe facilmente a credere ch'ella si sollevi dal fondo, se non si sapesse che il freddo che fa gelare, viene dall'atmosfera, e che questa cagione non può avere il suo effetto nel fondo dell'acqua, senza prima aver fatto agghiacciare tutta quella che è al di sopra. Ma quando anche s'ignorasse questo principio, basta scandagliare il fondo, dove non si trova mai ghiaccio, e dove la terra è per lo più di un altro colore, che quella di cui è ripiena la nuova massa di ghiaccio che sottentra al pezzo rotto; oltre di che questa sporcizia, che inganna, non trovasi ne' gran diacci che hanno da 5 in 6 pollici di grossezza; come tuttavolta vi dovrebbe essere, se venissero dal fondo.

Per sapere la vera origine di questa sorta di ghiaccio, bisogna osservare, che il gelo fa rappigliare l'acque correnti diversamente da quelle che chiamiamo acque chete; e che il ghiaccio dell'une differisce grandemente da quello dell'altre per la sua durezza, per il suo colore, e trasparenza: quando il freddo fa la sua azione sopra un'acqua tran-

tranquilla, ei si comunica uniformemente da uno strato all' altro; le parti si legano egualmente; e l' aria che ne scappa, occupando sempre il di sotto, ne interrompe meno la continuità; così questo ghiaccio è ordinariamente il più duro, il più chiaro, e di un colore più somigliante a quello dell' acqua. Così non va ne' ghiacci che veggonsi fluttuare su i fumi; eglino sono più opachi, di un colore bianchiccio; hanno men di consistenza; il disotto, e gli orli o margini sono carichi di ghiaccio sporco assai grosso e profondo.

E un' errore il credere che questi gran pezzi di ghiaccio, fluttuanti, sieno distaccati dalle sponde, o pel calore del Sole, o per opra di alcuni mugnai, che rompono in certi luoghi il ghiaccio che lor da disagio; imperocchè il fiume scorre la notte, come il giorno; e la grande quantità di pezzi di ghiaccio ond' egli è continuamente coperto, non può mai essere opera di un picciol numero di mani. Ma ecco come il fatto sta.

Quando il gelo è grande, non solamente l' acqua s' agghiaccia alle rive, e ne' più interni e chiusi ricetti, dove ella non è agitata dalla corrente, ma anche ne' luoghi dove le sue parti non hanno alcuna velocità rispettiva, cioè, dove non hanno fuorchè un moto comune che non le trasporta più che tanto da luogo a luogo; e questi son que' luoghi, che sogliamo chiamare *specchi*, che d' ordinario si veggono ne' fiumi grandi, e dove l' acqua par che sia cheta e stagnante, perchè non vi si vedono onde. Quando adunque la superfizie d' uno di questi specchi è rappresa, ne risulta un ghiaccio isolato, che seguitando la corrente, dà motivo ad un altro di fermarsi dopo d' esso nel medesimo luogo. Ma però che questi diacci

ci sono da bella prima tenuissimi, una sola parte d'essi si conserva intera, ed i suoi frammenti restano di una certa grandezza: gli altri sono rotti e come stritolati per mille accidenti; di maniera che il fiume è coperto in parte di gran pezzi di ghiaccio ch'ei trasporta gravemente, ed in parte di cotesti piccioli rottami che nuotano a seconda dell'acqua, che dal menomo ostacolo son trattenuti, o che vengono spinti sotto il ghiaccio che si attiene alla sponda. Di qua risultan due cose.

Primieramente; Conservando i pezzi grandi di ghiaccio maggior velocità che i piccioli, questi continuamente esposti all'incontro de' primi s'adunano ai lor margini, e vi formano quasi una crosta, che si solleva al di sopra del piano; ovver passando di sotto, e fermandovisi per lo sfregamento, vi si attaccano, ed accrescono la grossezza della massa grande di ghiaccio. Di quì avviene, che questi ghiacci fluttuanti sono di un colore bianchiccio e opaco, e che son meno duri che quelli dell'acque chete, perchè la maggior parte son fatti di tutti cotesti pezzi mal accozzati, e che racchiudono fra loro, o molta aria, od altre materie, che vi si sono mescolate, mentre fluttuavano.

In secondo luogo; quando questi piccioli framenti sono spinti sotto il ghiaccio che s'attiene alla riva, non s'attaccano insieme se non molto imperfettamente, perchè il grado di freddo che vi regna, è appena capace di gelare. Di quà nasce quella fatta di ghiaccio sporco di cui abbiam fatto parola di sopra, che è un ghiaccio spongioso, di poca consistenza, e che si trova sempre sporco, perchè secondando il filo dell'acqua sotto il ghiaccio grande ha bene spesso toccato il fondo,

e s'è

e s' è caricato di sabbia, e di erbe, e di quant' altro vi si può attaccare.

Per tornare al nostro primo fatto, se si porta via dunque un pezzo del gran ghiaccio sotto il quale è il ghiaccio sporco, questi non lascia di staccarsene per lo suo proprio peso; la sua caduta lo porta un' po' addentro nell' acqua, ed un momento dopo, quando rimonta alla superfizie, pare che venga dal fondo, e coloro che non estendono le loro riflessioni al di là di questa prima apparenza, s' immaginano che ivi siesi formato.

Il mezzo di un fiume grande, che chiamasi il *filo dell' acqua*, dove vi sono sempre de' flutti, non si agghiaccia per se stesso, perchè il suo moto essendo irregolare, e facendosi quasi per salti, le parti che si hanno ad unire ed attaccare, non son mai allato l' une dell'altre, due continuati instanti; ed il freddo non ha tempo di fissarle. Un fiume grande non si rapprende dunque intieramente, se non quando gli archi di un ponte, o qualche altro ostacolo ferma i pezzi di ghiaccio, ch' egli trasporta, e dà loro occasione di unirsi, e di saldarsi, per dir così, l' uno all' altro. Per questo il ghiaccio di un fiume intieramente rappigliato, non è eguale e liscio come quello d' uno stagno, e d' ordinario vi si veggono de' mucchi o massi di ghiaccio accavallati l' un su l' altro.

Queste sorte d' intasamenti non accadono, quando i pezzi di ghiaccio fluttuanti sono in minor numero, perchè hanno tempo di scorrere; il che mantien liberi i più angusti passi; ed i fiumi non ne traggono seco mai meno, che nel tempo che il ghiaccio è fra i due estremi, cioè quando gela mediocremente, ovver quando fa un freddo eccessivo. Del resto si capisce bene perchè veggiamo

mo fluttuare meno di massi agghiacciati, quando gela poco: ma che il più aspro freddo possa avere il medesimo effetto, questi è un paradosso che dobbiamo spiegare.

I pezzi di ghiaccio che nuotano, lasciano gli specchi, dove si son formati, e sono trasportati dalla corrente, perchè cotesti luoghi vengono separati dalla riva o dai ghiacci che sono attorno, da' piccoli fili d'acqua, il cui moto un po' men regolare non dà presa allo stesso grado di freddo; ma questa ragione più non sussiste, dacchè gela così forte che s'agghiaccia non solamente lo specchio, ma anche il picciolo filo d'acqua che lo separa dalla riva; imperocchè allora l'un e l'altro non fanno se non un medesimo ghiaccio, che resta fisso. Così quando il freddo viene a crescere fin ad un certo grado, in luogo di moltiplicare i diacci fluttuanti, ne diminuisce il numero, perchè ferma parecchi di quelli che averebbono fluttuato per un freddo minore.

Così spiegar si può un fatto, che è paruto cosa strana allorchè si osservò, e che ancora in oggi sembra tale; di maniera che molte persone non vogliono crederlo, benchè sia attestato bastevolmente. Nell'inverno dell'anno 1709. la Sena non si agghiacciò interamente; vi fu sempre un filo di corso, scoperto tra il Ponte nuovo, ed il Ponte Reale; e tuttavolta si sa che questo fiume si agghiaccia ordinariamente per un freddo di 8, o 10 gradi, e perciò inferiore a quello del 1709. che fu di 15. gradi $\frac{1}{2}$. E' veramente strano poter dire in simil caso: il fiume non si agghiaccia del tutto, perchè fa troppo freddo.

Il freddo fa agghiacciare non solamente l'acqua comume, ma ancora tutti i liquori, che han della

sua natura, e generalmente tutte le materie, dov' eglino s'incontrano in sufficiente quantità; secondo però la quantità o qualità delle sostanze che sono mescolate coll' acqua, la sua congelazione è accompagnata da circostanze differenti, che averem motivo di osservare nella seguente esperienza.

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Convien esporre all'aria, nel tempo di un gran gelo, ovver immergere in un miscuglio di ghiaccio e di sale, tre tubi di vetro sottile di 7 in 8 linee di diametro, chiusi da un capo, e pieni l'uno di acqua pura, l'altro di vino rosso, ed il terzo di acqua in cui siesi fatto disciogliere un pugno di sale comune. Deesi osservare di minuto in minuto, quello che succede in questi liquori, ed esaminare dipoi il ghiaccio di ciascheduno, dopo d'averlo tolto pel suo tubo.

EFFETTI.

1. L'acqua pura si converte in ghiaccio avanti gli altri due liquori; e questo ghiaccio, sempre il più duro ed il più solido di tutti e tre, non trovasi interrotto da bollicelle d'aria.

2. Il ghiaccio d'acqua salata sta più lunga pezza a formarsi, è men duro, e più caricato di sale nel centro, che verso l'esteriore.

3. Il vino agghiacciato levasi a fogli, molto simili a pellicine di cipolla: i primi di tali strati sono insipidi e più duri che quei di sotto; e il centro è occupato da un liquore ch'è molto spiritoso.

SPIEGAZIONI.

La congelazione dell' acqua non essendo che una unione più intima, e una fissazione delle sue parti, causata dall'assenza del fuoco, che le teneva

neva più slontanate l'une dall'altre, e mobili fra esse; quest'effetto debb'essere più pronto e più compito nell'acqua pura che in qualunque altr' acqua, perchè non v'è niente che supplisca alla materia del fuoco, per impedir che le parti non s'avvicinano; e si dee presumere che il ghiaccio di un'acqua talmente purgata da ogni estranea materia, che neppur contenesse aria, farebbesi più presto, e diventerebbe più dura che qualunque altra.

Per la ragione del contrario, l'acqua salata si gela più difficilmente; imperocchè le parti del sale si oppongono all'unione di quelle dell'acqua, come queste impediscono il sale dall'indurarsi, finchè è ammollato internamente: le particelle saline cedono finalmente alla forza che condensa l'acqua e che ne ristrigne i pori; ed entrano nella porzione che è ancor liquida, ed a misura ch'elleno sono sforzate di abbandonare quella che diventa solida: di quì è che questo ghiaccio non ha una salsedine eguale per tutto, e che il mezzo troppo caricato di sale non si gela, o prende pochissima consistenza.

Il vino è un liquore misto che contiene, un poco di spirito; e molta flemma. Ora di queste due parti l'una sola è della natura dell'acqua, e può gelarsi com'essa: laonde a misura che il freddo riunisce le parti acquose, e che le lega insieme, e quello, che vi è di spiritoso fra esse, si smove, e ferma uno strato di liquore che separa questo primo ghiaccio da un altro che si fa più addentro, secondo che il freddo penetra. Così la parte spiritosa essendo vieppiù concentrata, trovasi così abbondante verso il mezzo, che il poco di

flemma, che ella può tuttavia contenere, non può più agghiacciarsi.

APPLICAZIONI.

L'esperienza che si è poc'anzi veduta, c'insegna dunque in genere, che l'acqua si gela tanto più presto e tanto più solidamente, quanto ella è meno mescolata con materie capaci d'impedire l'unione e la coerenza delle sue parti: così l'acqua del mare, a cagion del sale ch'ella contiene, non si gelerebbe, se facesse solo un grado di freddo, capace sol di agghiacciare le acque dolci; i mari del Nord si gelano profondissimamente, perchè elleno sono esposte ad un freddo di una più lunga durata, e di una maggiore asprezza che quelle degli altri climi; questa è senza dubbio la principal cagione della loro congelazione: ma si può aggiugnere ancora, che le loro acque sono d'ordinario men caricate di sale. Il fango delle strade, quando il gelo comincia, è sempre men duro che il ghiaccio, perchè l'acqua vi si trova mescolata con una grande quantità di terra, che rende più difficile la sua congelazione.

Le crema, ed i liquori agghiacciati, che si servono sulle mense, sono sempre caricate di zucchero, oppur sono spiritosi; e questa è una delle ragioni, per le quali non si può farli rappigliare, se non con un grado di freddo molto più grande, che quello che basterebbe per la congelazione dell'acqua comune: e però che questi liquori portano più o meno di zucchero gli uni che gli altri; e che questi sono meno spiritosi, e quelli più; addiviene che quando non si spigne il loro raffreddamento oltre la mera congelazione, ve n'ha di quelli che sono sensibilmente più freddi degli altri, quantunque

que ciascuno d'essi non abbia se non il grado che gli abbisogna per essere agghiacciato.

Egli è passato in uso, tra i Fisici, di considerare come un termine fisso il grado di freddo che è necessario, o che basta per gelar l'acqua. M. de Reaumur l'ha dinotato e segnato con zero nei termometri comparabili, dei quali ci ha dato la costruzione; e di là ei comincia, per contare i gradi di dilatazione o di caldo nell'ascendere, e quelli di condensazione o di freddo nel discendere. In fatti in qualunque tempo ed in qualunque luogo che sienfi immersi questi strumenti nel ghiaccio o nella neve che comincia a sciogliersi, o nell'acqua che comincia a gelarsi, sin al presente l'esperienza ha mostrato, che il liquore, ritorna sempre al filo appresso cui è segnato zero, e rimpetto a, *termine del ghiaccio*, o *congelazione dell'acqua*: lo che prova che si ha ragione di considerare come invariabile il grado di freddo che comincia a far gelar l'acqua. Questo principio non è però ricevibile se non a condizione, che il freddo adoperi sopra un'acqua pura, o che non sia caricata di qualche materia capace, per la sua quantità o qualità, di ritardarne la congelazione; imperocchè se s'immergesse un termometro nell'acqua salata, per esempio, sino a tanto che cominciasse a convertirsi in ghiaccio, il liquore dell'instrumento sarebbe allora più basso che zero, per le ragioni che abbiamo dette di sopra. Con questa attenzione, si averà dunque un termine fisso, che io credo più comodo e più sicuro di qualunque altro; checchè ne dica l'Autore anonimo di un picciolo scritto (*a*) il quale si pubblicò quì nell'anno 1741. e nel quale

(*a*) Descrizione del metodo di un Termometro universale.

le si propone la temperatura de' sotterranei profondi, come un termine preferibile a quello del ghiaccio: questi sotterranei troverransi forse così comodamente e universalmente, come il ghiaccio o la neve? quand' anche vi si trovassero, come saremo sicuri, che sien tutti d' una temperatura eguale, poichè, per testimonianza di M. Cassini, le cave o cantine stesse nell' Osservatorio cambiano sensibilmente?

L' acqua delle fogne che trovasi bene spesso meschiata con l' orina degli animali, con le parti grasse o saline delle materie, tanto animali che vegetabili, che vi si son marcite: quest' acque, dico, quando s' agghiacciano, rappresentano spesse fiate certe figure strane, disegni che han della somiglianza con le opere dell' arte, ovver ancora con quelle della natura; l' immaginazione finisce di formar disegni ancor più maravigliosi; per poco che uno sia colpito da tali fenomeni, già egli comincia a vedervi de' merletti, degli alberi, degli animali, &c. niente di più ci è voluto talora per far nascere un sistema: certi Autori hanno preteso che l'acqua nella quale una pianta è molto o s' è marcita, o la quale perciò ne contiene i principj più fissi; o che il ranno stesso delle sue ceneri, venendo ad agghiacciarsi, ne rappresenti fedelmente l' immagine: questa spezie di *palingenesia* è una chimera che il Signor Abate de Valmont (*a*) ha molto apprezzata e coltivata, ma che non ha provata; imperocchè una sola sperienza non basta; bisogna che ripetendola più volte, il medesimo risultato regga costantemente; e questo non si trova in alcun Autore degno di fede. Quello che dicono Boy-

(*a*) Curios. de la Nat. e de l' Art. sur la Veget. l' agricult. &c.

Boyle ed il Cavaliere Digby in favore della *palingenesia*, cade da sè; imperocchè il primo pone questo preteso fenomeno nella schiera delle sperienze che non riescono; e l'altro lo chiama uno scherzo della natura; ed egli è in vero tale, e spiegasi con dire, che le parti del ghiaccio si si dispongono fra esse relativamente alla quantità ed all' ordine de' corpi stranieri, che si trovano mescolati nell'acqua, e che interrompono o ritardano più o meno la congelazione; ovver anco secondo la strada cui prende il fuoco, che svapora dall'acqua, a misura ch'ella perde la sua fluidità.

I frutti si gelano e si induriscono, come ognun sa, negl'inverni un po' aspri; e quando il tempo disgela, eglino hanno perduto il loro gusto, e per lo più si vedono marcire: questi disordini provengono dall'essere i loro sughi, tanti liquori, de' quai l'acqua fa una gran parte; il gelo li discompone, come il vino della nostra esperienza, e le parti acquose diventano piccioli diacciuoli, il volume de' quali cresce, che rompono e fan crepare i piccioli vasi, nei quali si son rinchiusi.

Non so qual cosa simile addivien pure agli stessi animali che abitano i paesi freddi: non è raro, che ivi si vedano persone, che hanno perduto il naso o l'orecchie, per essere stati esposti ad un gelo assai crudo: questi accidenti sono più rari ne' climi temperati; ma se ne vegon tuttavia di quando in quando degli esempj.

Quando i corpi organizzati han preso il gelo, non si può sperar di salvarli, se non facendoli disgelare lentamente, tenendoli, per esempio, alcun pezzo nella neve, prima di esporli a un'aria mite, affin di dare alle parti il tempo di rimettersi nell'ordine che hanno perduto; se questa precau-

zione s'ommette, ritornando la fluidità alle parti alle quali ella conviene, avanti che i vasi che sono stati sforzati si consolidino, i sughi o gli umori si estravasano; ovver i loro principj restano disuniti.

Non è lo stesso del freddo che fa gelar l'acqua pura, come del grado di calore che la fa bollire in vase aperto. L'acqua che bolle non divien mai più calda; ma quella che è arrivata alla congelazione, può divenir molto più fredda, in due maniere, primieramente, s'ella resta esposta a un gelo, che sempre più cresce; imperocchè allora si raffredda, quanto l'aria che la tocca; e quest'effetto le è comune con tutti gli altri corpi, che come essa sono esposti: secondariameute se ella si meschia con certe materie che possono penetrarla, e le quali ella stessa pervade liquefacendosi. I sali concreti, cioè quelli che hanno la consistenza di solido, hanno appunto questa spezial proprietà: ma non sono soli; molti liquori raffreddano il ghiaccio, come essi, e ancor di più. In quanto al raffreddamento che proviene dall' atmosfera, basta, per esserne convinti, immergere nel ghiaccio, o nella neve esposta all'aria, un termometro: quando essendo stato similmente esposto, ei trovasi di molti gradi più basso, che il punto o termine della congelazione; imperocchè non facendo questa immersione rimontare il liquore, si vede evidentemente che il freddo è l'istesso nell'acqua gelata, che nell'atmosfera; vale a dire, maggiore di quelli che basta per agghiacciare l'acqua semplicemente. Io non mi fermerò dunque, fuorchè ne' raffreddamenti artifiziali, in quelli che si fanno, mescolando col ghiaccio de' sali o qualche altra materia.

III.

III. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Si cerchia di ghiaccio pistato o di neve la palla di un piccolo termometro, collocata in un vase: si aspetta che il liquore si sia fissato al termine della congelazione: allora, se sopra del ghiaccio si gitterà un'oncia o due di qualche sale.

EFFETTI.

Da lì a poco tempo, il fondo del vase si riempirà d'acqua salsa, e si vedrà discendere il liquore del termometro al disotto del termine dove s'era fissato.

SPIEGAZIONI.

Ghiaccio che si liquefà raffreddandosi, che cessa d'essere, a cagion di un maggior freddo, ciò ch' egli non può essere se non per lo freddo stesso, è uno strano fenomeno, difficile da spiegarsi: le difficoltà crescono vieppiù, quando uno sta saldo nelle idee, che i più de' Fisici si son formate della natura de' fluidi: imperocchè se lo stato de' fluidi consiste in un moto attuale, e se l'acqua si raffredda per lo mescolamento de' sali, perchè le sue parti, quasi fissate dalle particelle saline, non possono più muoversi colla stessa velocità di prima, (*a*) come poi questi medesimi sali meschiati col ghiaccio fan rinascere la liquidità? Forse, contro il lor consueto, vi ravvivano il moto? ovver il freddo che cresce, non è forse più il segno del moto rellentato? Quanto a me, siccome ho detto più volte, non vedendo alcuna necessità di ammettere questa agitazione particolare ed attuale ne' liquidi, io m' attengo sempre alla mobilità rispettiva delle lor parti, che considero come la sola condizione essenziale a questo stato. Non credo nemmeno che sali

(*a*) Mem. de l'Acad. des Scienc. 1700.

ſali i quali ſono diſciolti nell'acqua, poſſano per ſe ſteſſi fiſſarne le parti, e impedire che le une ſcorrano ſopra l'altre; poichè al contrario l'acque ſalſe non ſi agghiacciano ſe non difficilmente.

Io congetturo dunque, che il raffreddamento del ghiaccio, per lo meſcuglio del ſale, facciaſi appreſſo a poco come quello dell'acqua, l'umidità penetra il ſale, lo divide e lo mette in iſtato di fare la ſteſſa coſa in riguardo al ghiaccio; le due materie ſi penetrano ſcambievolmente a miſura che ſi liquefanno e le parti dell'une ſcorrendo rapidamenti per li pori dell'altra, ne diſcacciano per un dato tempo la materia del fuoco che ancor vi ſi trova; e di là naſce una maggior privazion di calore nel miſcuglio; appoggio queſto mio penſiere alle oſſervazioni ſeguenti.

1. Quando i grani di ſale che ſi meſchiano col ghiaccio, ſono groſſi, e ben aſciutti, ſi ſente ſcroſciare tutta là miſura; e bene ſpeſſo ſi ſcorgono delle picciole ſcheggie di ghiaccio, che ſi ſlanciano o che ſaltano; il che dinota che la penetrazione ſi fa con violenza, e che le due materie non adoperano ſolamente l'una ſopra l'altra per le ſuperfizie.

2. A miſura che il raffreddamento ſi fa, raccoglieſi al fondo del vaſe un'acqua ch'è carica di ſale; lo che indica una fuſione reciproca delle due materie; e queſta condizione è sì neceſſaria, che quando vi ſi mette oſtacolo, il miſcuglio reſta ſenza effetto, come l'ho provato io ſteſſo, dietro la ſcorta di M. de Reaumur, mettendo inſieme del ghiaccio, e del ſale, che io aveva ſeccati con un freddo di 12 o 14 gradi; dacchè non vi è più umido per disfare il ſale, e per metterlo in iſtato d'intaccare il ghiaccio, l'un e l'altro meſcolati aſſie-

assieme, restano nello stesso grado di freddo, che hanno acquistato separatamente. Ma se si ripete la medesima esperienza, adoprando spirito di nitro o di sal marino, in luogo di sale concreto, il raffreddamento cresce di gran lunga, perchè questo liquore salino è sempre in istato di penetrare il ghiaccio. Procedendo così, si può fare un freddo artifiziale, che pareggia quasi due volte quello del famoso inverno del 1709. o che rappresenta in questi climi, il gelo che regna d' ordinario nella Lapponia.

3. Per tutto il tempo, in cui il ghiaccio si raffredda, e che le due materie si penetrano reciprocamente, osservasi al di sopra del vaso che contiene, il miscuglio, un vapor denso che si può attribuire verisimilmente al fuoco ch' esala, e che porta via seco le parti acquose che si son trovate esposte al suo urto.

Ma, si dirà, se la materia del fuoco è la cagion generale della fluidità, e se l' acqua non diventa ghiaccio fuorchè quando ella n' è sprovveduta fin ad un certo segno; come può darsi che una scarsezza maggiore di questa materia, renda il ghiaccio liquido?

Io rispondo a questa difficoltà, che non perchè vi ha men di fuoco nel ghiaccio, ei si converte in acqua, ma perchè si sostituisce al fuoco che n' è uscito, e che continua ad esalare, un' altra materia che s' annichia tra le parti, e che le rende mobili le une riguardo all' altre. Quantunque il fuoco sia la cagione più generale della liquidità, egli non è la sola che possa far nascere o mantenere questo stato: basta che una materia interposta impedisca le parti di un corpo dall' unirsi, e che ella non serve loro di legame comune

mune : questo corpo immantinenti è un fluido , qualunque grado di freddo ch' egli abbia : così gli spiriti , di vino , di sale , di nitro , ec. meschiati con l' acqua in sufficiente quantità , impediscono la sua congelazione , e le rendono la sua fluidità , quando l' ha perduta ; i sali estremamente divisi nel disciogliersi , producono il medesimo effetto , e per la medesima ragione .

Noi quì , data occasione , osserveremo un fatto singolarissimo , lo spirito di vino mescolato col ghiaccio , lo fa liquefare e lo raffredda considerabilmente , se si meschia con acqua , egli fa tutto il contrario : il miscuglio diventa sensibilmente più caldo di quel che erano i due liquori avanti la loro unione . Questi due effetti che sono talmente opposti , dipendono da pochissima cosa ; imperocchè un grado di più o di meno fa che l' acqua diventi ghiaccio , o che il ghiaccio ritorni in acqua : pure non si può attribuir ciò se non a questa differenza di stato ; e se è lecito congetturare , quando ragioni evidenti ci mancano , ecco come io mi proverei di spiegare questo doppio fenomeno .

Il miscuglio di ghiaccio e di spirito di vino si raffredda , perchè queste due materie si penetrano reciprocamente , e l' una imboccando i pori dell' altra , ne scaccia la materia del fuoco , come ho detto di sopra parlando del sale ; la doppia penetrazione che io quì suppongo sembra altronde provata ; imperocchè M. de Reaumur ha fatto vedere (*a*) che il volume dell' acqua , e dello spirito di vino mescolati assieme , non eguaglia quello che questi due liquori hanno separatamente ; bisogna dunque che unendosi , s' alluoghino l' un nell' altro . Ma quando un liquore ne penetra un altro , e scac-

(*a*) Mem. de l' Acad. des Scienc. 1733. p. 168.

e scaccia da sè la materia del fuoco, che incontra ne' pori, necessariamente confrica le pareti di questi pori medesimi, le cui parti estremamente mobili mettonsi a girare in se stesse senza cambiar luogo; e se la penetrazione è reciproca, dee nascere in tutto il miscuglio un moto intestino, una spezie di fermentazione, che non va mai senza calore, perchè il poco di fuoco che resta si trova avvivato da questa agitazione: quindi però lo spirito di vino raffredda il ghiaccio, perchè penetrandolo non cagiona se non una scarsezza maggiore di fuoco; ma egli riscalda l'acqua, perchè facendole perdere una parte del suo fuoco, procura a quel che resta un' aumentazione di moto, che supplisce alla quantità.

APPLICAZIONI.

Per far agghiacciare la crema, i liquori, ed i frutti nel tempo di State, i cucinieri ed i sorbettaj si servono del ghiaccio, che si è conservato ne' sotterranei, e che ha solamente il grado necessario per essere in tale stato; se si servissero di questo ghiaccio solo, e' non potrebbe far gelare acqua pura, e molto meno materie grasse, spiritose, e cariche di zucchero, perchè comunicando del suo freddo, egli riceve una parte del calore del corpo, cui raffredda; e l'un e l'altro dopo questa comunicazione reciproda, restano sempre men freddi che ghiaccio non liquefatto; l'uso è dunque, di raffreddarla artificialmente, mescolandovi qualche sale: quelli che più comunemente s'adopera è il sale che si trae dal mare, o dalle miniere, per condire gli alimenri: se ne mette circa una parte in due di ghiaccio pistato, si mescola prontamente l'un coll'altro, e vi si immerge un grosso tubo di latta, o d'argento, che contiene il liquo-

re,

re, che si vuol far agghiacciare. Quando si vuole accelerare questa congelazione, bisogna agitare continuamente il vaso, e raspare o distaccare il ghiaccio, secondo che si attacca alle pareti interne, affinchè le parti che sono verso il centro, mutino luogo, e vengano anch'esse dove regna il maggior freddo. Questi movimenti recano ancor' un altro vantaggio; impediscono che il liquore che si gela non si converta in diacciuoli: e non gli lasciano prendere se non la consistenza di neve. Con ragione si desidera che la cosa riesca a questo modo; imperocchè siccome l'acqua che si gela chetamente, si spoglia in parte delle materie estranee ch'ella contiene, queste sorte di liquori agghiacciandosi senza moto, si discomporrebbono, ed i loro diacciuoli troverebbonsi sempre quasi insipidi. La dose del sale che si dee adoprare col ghiaccio per raffreddarlo, non è una cosa indifferente; se non se ne mette abbastanza, la penetrazione mutua da cui dipende il raffreddamento, non è nè pronta abbastanza nè perfetta; se ve ne metti troppo, quel che non si liquefa è un corpo straniero, che, sempre più caldo del ghiaccio, lo fa sciogliere al solo tatto delle superfizie, e per conseguenza senza raffreddarlo. Per evitare questi due inconvenienti, si ha la regola di meschiare col ghiaccio appresso a poco tanto sale, quanto la più fredda acqua nè può disciorre.

Ne' paesi, dove il sale marino costa dieci soldi la libbra, per ragioni di economia si è cercato qualche altro sale di minor prezzo, il quale se gli potesse sostituire per raffreddar il ghiaccio: con riuscita s'è adoperato il più comune salnitro, della prima cotta, che aver si può per 6 ò 7 soldi la libbra. L'esito di questa prova, e l'opinione che

vi

vi sieno nell' aria delle parti nitrose, cagion principale del suo raffreddamento, ha fatto presumere che il salnitro fosse il più potente di tutti i sali per raffreddare il ghiaccio; questo sentimento è divenuto quasi universale, ed alcuni Dotti l' hanno eziandio proposto, ma senza prove. Tuttavolta M. de Reaumur avendo esaminato (*a*), col termometro alla mano, il valore di ogni sale per tal effetto, ha scoperto che il salnitro per se stesso cagiona un debolissimo raffreddamento, e che quando ne opera un maggiore, non tanto lo fa come salnitro, quanto in virtù del sal marino col quale è mescolato, e del quale poi si spoglia nella seconda e nella terza cotta.

Con questa prova non solamente si corregge un errore che cominciava a pigliar piede; ma ci si somministra un modo assai semplice, e più sicuro che quelli che sono in uso, per conoscere la miglior polvere da schioppo: imperocchè facendone il salnitro la principal parte, ed il solfo e il carbone non entrandovi fuorchè in picciola quantità, non essendo capaci di raffreddare il ghiaccio; è manifesto che di molte sorti di polveri quella dee passar per la migliore, la qual fa prendere al ghiaccio un minor raffreddamento; imperocchè quest' è un segno ch' ella è fatta col salnitro più raffinato, ed il più spoglio di sal marino.

Il salnitro non raffinato, od il sale che se n' estrae, e che non si adopera negli usi ordinarj, a causa dell' amarezza che gli resta, non sono le sole materie, delle quali si possa servirsi per raffreddare il ghiaccio, in luogo del sale che si compera col dazio. Se si vuol risparmiare la spesa, si può adoprare la soda, non già quella che viene

ne

(*a*) Mem. de l' Acad. des Scienc. 1734.

ne da Alicante, e che ne porta il nome, ma un' altra spezie che si chiama *varea*, che fassi ordinariamente su le coste di Normandia, e che non è altro se non la cenere dell' *alica*, e di alcune altre piante marine, che vi si abbruciano in grande quantità. Questa soda, la men buona di tutte, e la meno stimata nel commercio, non costa se non due soldi la lira, ed ella raffredda il ghiaccio in modo che può far le veci di sal marino, ed anche essergli preferito in certi conti; imperocchè quantunque ella faccia un raffreddamento men grande che il sale, in tutti i casi ne' quali non si ha la premura di operare in 5, o 6 minuti, ella esige men di attenzioni e cautele, per impedir che si faccian de' diacciuoli; e conserva più lungo tempo buoni da prendere, i liquori ch' ella ha convertiti in neve.

Come l' evaporazione del fuoco che passa dall' acqua nell' aria, a misura che l' atmosfera si raffredda, occasiona la congelazione; altresì quando il fuoco si ravviva nell' aria, e rientra nel ghiaccio in sufficiente quantità, lo fa liquefare, gli rende la sua prima fluidità; e questo nomasi *disgelare*. Il fuoco per produrre quest' ultimo effetto, adopera non solamente per sè, ma ancora per mezzo delle parti solide de' corpi da lui eccitati, e che hanno maggior presa di lui stesso sopra il ghiaccio; per conseguenza, a calore eguale, il ghiaccio si disfà tanto più presto, quanto egli è da più dense materie toccato; la sua dissoluzione si fa dunqne più prontamente nell' acqua che nell' aria; però si osserva che il disgelamento non è mai tanto generale, e non fa cotanti rapidi progressi, quanto per un vento meridionale, perchè allora l' aria e d' ordinario più dolce e più umida.

Quan-

Quando il disgelamento è cominciato, se sopravviene un nuovo freddo o gelo, la umidità abbondante che ammolla la superfizie della terra, ed il lastricato delle strade, diventa un ghiaccio continuo, che si chiama *invetriatura*, o gelicidio, e su cui è difficile camminare, perchè conformandosi alle ineguailità del terreno, presenta a' piedi continuamente uno ed un altro piano diversamente inclinati e sdruccìolevoli.

L'acqua che gocciola dai tetti e dai luoghi che sono stati coperti di neve, in tai sorte d' occasioni, forma diacciuoli pendenti, che piglian varie figure, secondo le circostanze che accompagnano questi stillicidj, ed il grado di freddo che li coglie.

Ma uno de' più funesti effetti di questi falsi dislegamenti, e l'abbeverar d'acqua le terre seminate; imperocchè subito che sopravviene il gelo, la radice del grano, ed il picciuolo, o gambo nascente trovansi inviluppati di ghiaccio che li ammacca, che li taglia, e che bene spesso li fa perire.

LEZIONE XIII.

Della natura delle proprietà del Fuoco.

QUello che il volgo chiama *Fuoco*, non è, a parlar propriamente, se non un corpo acceso, le di cui parti si disuniscono o svaporano in fumo, in fiamma, in vapore, ec. ma questa spezie di dissoluzione, quest' accendimento che tanto è famiGliare e noto, e su cui così poco riflettono i più degli uomini, agli occhi eziandio del Fisico è l'effetto (sempre mirabile) di una occulta cagione, che stuzzica la curiosità, e che si toglie alle sue ricerche. Siccome gli og-

getti ci sfuggono, quando li consideriamo troppo da lungi, così pure non li vediamo se non confusamente quando siamo ad essi troppo da vicino: il fuoco nasce con noi, penetra la nostra propria sostanza, i suoi effetti ci seguitano da per tutto, niente ci è più familiare, e questa è forse una delle ragioni che c' impediscono di conoscere la sua natura, e che fan che la Fisica più illuminata non può ancora suggerire se non probabilità su questa grande quistione. Dopo uno studio di due o tre mille anni, dopo le meditazioni di Descartes, di Neuton, di Mallebranc, dopo le osservazioni e le sperienze di Boyle, di Boerhaave, di Reaumur, di Lemerì, ec. non siam giunti ancora a sapere definitivamente se il fuoco sia una materia semplice, inalterabile, destinata a produrre con la sua presenza o con la sua azione, il calore, l' accendimento, la dissoluzione de' corpi; oppure se la sua essenza consista nel solo moto, o nella fermentazion delle parti che si chiamano *inflammabili*, e che entrano come principj, in più o men grande quantità nella composizione de' misti.

Per verità questa ultima opinione non ha quasi più seguaci, e quei che la sostengono ancora, attribuiscono comunemente o all' etere, o alla materia sottile il moto primitivo, quel moto intestino delle parti, in cui consiste secondo essi la natura del fuoco, il che mette una grande affinità tra le due opinioni.

Poichè convien dunque rifarsi ad una materia, la qual è come il principio del fuoco, e senza la quale il moto proprio di lui non sarebbe luogo; inclino egualmente a dire co' più de' Fisici, che vi ha nella Natura un fluido atto a quest' effet-

effetto creato tale sin dal principio, e che ha sol bisogno di esser eccitato per operare: che sia egli l'etere, o sia il primo o il secondo elemento di Cartesio, io quì non mi metto ad esaminarlo; il nome non ci fa niente; e però che la natura non produce gli esseri che con risparmio, mentre ella moltiplica le lor proprietà con profusione; io pendo sommamente a credere che sia la stessa materia, che abbrucia, e rischiara, che ci fa sentire il calore, e vedere gli oggetti; in somma, che il fuoco e la luce considerati nel loro principio, sono una sola e medesima sostanza differentemente modificata. Svilluppiamo questa idea, e procuriamo di trarne le spiegazioni de' fenomeni, che abbiamo da esaminare in questa Lezione, e nella seguente.

Per quello che concerne il fuoco, io esaminerò da prima, qual esser può la sua natura, e come la sua azione si distribuisce alle parti de' corpi che la ricevono. Esporrò in appresso i diversi mezzi co' quali s' eccita quest' elemento per farlo oprare: e finalmente farò vedere a che si riducono gli effetti suoi principali, e ne seguirò i vari progressi; il che darà materia a quattro Sezioni.

Nel trattare, secondo il metodo a cui mi sono obbligato in tutta quest' opera, e che m' è paruto il più acconcio ad illuminar la mente nella ricerca delle verità Fisiche, nel trattar, dico, per via d' esperienza, d' una materia, che la sua estrema sottigliezza toglie da' nostri sensi, e cui non possiam conoscere se non per mezzo delle relazioni ch' ell' ha con oggetti più sensibili, e de' cambiamenti ch' ella può causare negli altri esseri materiali; sarebbe forse più naturale, il far precedere tutto quello che saper possiamo dell' azione

reciproca del fuoco sopra i corpi, de' corpi sovr' esso, avanti, che asserir nulla circa la sua essenza, e circa il suo modo d'essere: ma quando si tratterà di spiegare, come certe circostanze od operazioni mettono il fuoco in moto ed accrescono la sua forza, o perchè ne risultano tali, o tali effetti in certi casi; io sarò spesso costretto di servirmi d'idee che giova avere almeno esposte precedentemente. Una parte delle proposizioni, che recherò, sembrerà forse men solamente provata co' raziocinj che vi aggiugnerò, che co' fatti che averò da citare nelle Sezioni seguenti; ma si potrà sempre ammetterle come supposizioni verisimili, sospendendo il suo giudizio, fin che l'esperienza venga a convalidare il discorso.

SEZIONE PRIMA.

Esame preliminare della natura del Fuoco, e della sua propagazione.

ARTICOLO PRIMO.

Della natura del Fuoco.

IL Fuoco considerato nel suo principio, debbe essere altra cosa, che il moto intestino, delle parti riscaldate, o la dissipazione attuale de' corpi accesi: imperocchè nello stato naturale, ogni movimento una volta impresso si rallenta, e cessa finalmente d'essere sensibile, distribuendosi ad una maggior quantità di materia, siccome credo d'averlo sufficientemente provato nella terza e nella quarta Lezione; il fuoco al contrario si comunica con accrescimento: noi veggiamo tutto dì, che una scintilla diventa un incendio. Quand' io considero sul fin del giorno, quanto è abbi-

sogna-

fognato di moto per dissipare in fiamma, in fumo; ed in ceneri, tutto il legno che ho fatto bruciare nel mio camino, molt' è lungi, ch' io trovi tutto questo moto, nella percussione della pietra e dell' acciaio, col cui mezzo s' è acceso il mio fuoco la mattina. Vi è dunque una causa indipendente dalle parti combustibili, che non solamente mantiene la prima infiammazione, ma che facilita ancora i suoi progressi, una causa la cui azione diventa più libera e più possente per li suoi proprj effetti.

Questa causa debbe essere una materia: possiam noi sospettar che altra cosa sia, senza dilungarsi dalle idee più generalmente ricevute, senza dare in finzioni che stenterebbono ad accordarsi con un discorso metodico, senza mettere in azione l' onnipotenza del Creatore, il che non si dee fare se non con molta riserva, per non rischiare di attribuirgli chimiere. Si vedrà in tutta questa azione, e nella seguente, che il fuoco adopera immediatamente e localmente sovra i corpi organizzati, ed altri corpi, ch' ei si divide e si spartisce fra essi, che si contiene dentro certi limiti, ch' ei riceve del moto, e che ne comunicasse tutti questi caratteri non danno eglino a divedere chiaramente una sostanza materiale? e non si potrà egli senza alcuna difficoltà noverare quell' essere che n' è dotato, nella classe de' fluidi sottili, nomen che l' aria, l' etere, ec. sul genere e su l' esistenza de' quali non vi è contesa?

Boerhaave che ha trattato del Fuoco (a) dottissimamente, e più pienamente di qualunque Autore a me noto, ammirando la prodigiosa sottigliezza di quest' elemento, osserva che alcuni Fisici,

(a) Elem. Chemiæ Tom. I. pag. 68.

fici, sorpresi da questa maraviglia, l'hanno fin creduto uno spirito, più tosto che un corpo: *ut ab aliis pro spiritu verius quam pro corpore sit agnitus*. Ma a torto si crederebbe, che questo dotto Chimico abbia voluto sottoscrivere a questa dottrina; poichè al contrario nel decorso della sua Opera (*a*) stabilisce con ragioni solide, e con prove esperimentali, che il fuoco considerato eziandio nel suo principio, (*ignis Elementalis*;) è veramente una materia da sè, e distinta in vero dall'altre, ma che debb' essere compresa nella classe degli esseri puramente materiali.

Questo valentuomo, esercitato fin da' primi suoi anni a gudicare della natura delle sostanze, con la cognizione che ben egli sapeva acquistare dai loro attributi e dalle lor proprietà, non ha esitato circa quella del fuoco, benchè ei eredesse con parecchi altri dotti, che questa materia non ha come gli altri corpi sullunari, la tendenza determinata dall'alto al basso, che si chiama gravità; opinione combattuta dagli argomenti più forti, ma che ha feriti alcuni intelletti metafisici sin al segno di farli immaginare in favor del fuoco una classe d'esseri medii tra lo spirito ed il corpo, una mezza materialità. Imperocchè, dicon essi, la gravità essendo una proprietà della materia, se il fuoco non è grave, egli non è pura materia.

E' vero che noi non conosciamo alcun corpo appartenente alla terra, che non abbia una tendenza verso il centro di questo Pianeta, ma non si può dire per questo che la gravità sia un attributo essenziale alla materia, che una sostanza non possa essere materiale, senza essere pesante; il fuoco è forse un fluido, diffuso così generalmente nella

(*a*) Ibid. pag. 203.

nella natura, che non più ad uno, che ad un altro pianeta appartenga; che niuna tendenza particolare e determinata sia in lui, e che egli affetti soltanto di espandersi uniformemente, e di porsi in equilibrio con se stesso, per uno sforzo affatto diverso da quello della gravità, di cui dicevamo; lo che non impedirebbe già, ch' ei non fosse una vera materia.

Ma avanti che venire a questa ragione non si dee asserire, come cosa decisa, che il fuoco non abbia peso; si può citare al contrario molte esperienze fatte e ripetute da mani di maestri, su la fede delle quali si raccoglie che certe materie hanno acquistato del peso acquistando del fuoco, come se quest' elemento n' avesse infatti aumentata la massa, mescolandosi con esse, ed alluogandosi ne' loro pori.

Boyle ha scritto un Trattato intero (*a*), per provare che la fiamma è pesante; l' Istoria dell' Accademia delle Scienze di M. Duhamel fa menzione di molti minerali calcinati, il peso de' quali è stato aumentato di un $\frac{1}{16}$, od anche talvolta di un $\frac{1}{16}$ nell' operazione: ed è una cosa nota a tutti gli operaj che lavorano nella majolica, che lo stagno ridotto in calce per fare quella specie di smalto bianco, di cui si intonacano i vasi, esce dal fornello per l' ordinario più pesante un $\frac{1}{12}$ di quel che vi era entrato.

Non posso qui ommetter di dire, che queste sperienze non sono decisive quanto un crederebbe per avventura; sia perchè si può sospettare che questa aumentazione di peso non è cagionata dal fuoco propriamente detto, ma da altra materia che si unisce ai corpi che si calcinano e che può

(*a*) De ponderabilitate flammæ.

venir dell' aria, che li tocca, ò da' vasi che li contengono, o dagli strumenti co' quali si agitano nel corso dell' operazione, oppur anco dal carbone che serve d' alimento al fuoco; sia perchè poco su questi fatti son gli Autori d' accordo, e vedesi un Boerhaave opporre i suoi a quelli di Lemerì e di Hombergio, vale a dire il pro ed il contra sustenuto da' più valenti Maestri.

Ma quand' anche l' esperienza non avesse mai provato in una maniera indubitata che il fuoco è pesante, non si può dire ch' ella abbia deciso il contrario; se la bilancia non ha perduto il suo equilibrio, quando si è pesato caldo quel che innanzi si avea pesato freddo; egli è più naturale il pensare, che l' aumentazione del peso nel corpo riscaldato, non è stata grande abbastanza per far crollare l' istrumento; che supporre ch' ella sia stata assolutamente nulla; perchè tutte le altre materie note avendo del peso, non si dee credere che quella del fuoco sia eccettuata dalla legge generale, senza averne prove positive ed evidenti.

In oltre, quando si pesa una massa di ferro rovente, come ha fatto Boerhaave, è egli poi certo e deciso, e debbesi credere che il fuoco, se è pesante, debba in simil caso aggiugnere od accoppiare il suo peso a quello del metallo che ha roventato.

Secondo il parere eziandio di questo dotto Fisico, (parere che mi sempra probabilissimo e di cui darò quanto prima le ragioni) il fuoco è presente per tutto, al di fuori, come al di dentro de' corpi; nel tempo dell' accensione, il fuoco interno della massa di ferro, non differisce da quello che lo circonda, se non per la sua quantità, o per una più grande azione; ma l' un e l' altro comuni-

comunicando aſſieme tanto più liberamente, quanto più aperti ſono i pori del metallo riſcaldato; in tale ſuppoſizione, io dico che il fuoco non porta il ſuo peſo ſu la bilancia, ma che ſi mette in equilibrio con quello ch' è di fuori, come l' acqua che riempie un corpo aſſai ſpongioſo non lo carica del ſuo proprio peſo ſe queſto corpo è immerſo in acqua ſimigliante; o, per valermi d' una comparazione più analogia al fatto noſtro, immaginiamoci che io peſi nell' aria libera un pallone cavo e pieno di un' aria ſimile a quella che lo circonda, e con la quale comunica; ſecondo le leggi dell' Idroſtatica, poſte e provate nella noſtra ottava Lezione, il braccio della bilancia non porta quì ſe non la materia propria del pallone, meno il peſo della quantità d' aria, di cui queſta materia tiene il luogo.

E quand' anche ſi ſupponeſſe che queſt' aria interna, aveſſe una, qualunque, azione, purchè queſta azione non mutaſſe niente nella ſua maſſa, nè nella libera comunicazione ch' ell' ha coll' aria ambiente, le coſe ſuſſiſterebbono tuttavia nel medeſimo ſtato.

Mi ſi dirà forſe che la comparazione zoppica, in quanto che non ſolo il fuoco è in azione nel ferro riſcaldato, ma che ve n' è ancora una maggior quantità, che quand' egli era freddo.

Or bene, facciam dunque entrare nel noſtro pallone più di aria di quel che vi è, per conſervare una parità più perfeta; ma ſi dee pur concedere che il pallone diventa più grande, a miſura che vi entra più di aria; imperocchè ſi vedrà nel decorſo, che un pezzo di metallo che ſi riſcalda, creſce, a proporzione, di volume: allora io non veggo perchè non poteſſe l' equilibrio

ſuſſi-

sussistere come prima, massimamente trattandosi di un equilibrio, che non può essere alterato sensibilmente, se non per una ineguaglianza di peso assai notabile, a cagion delle imperfezioni inevitabili degl'istrumenti, che dobbiamo in simili casi adoprare.

Ma se per queste ragioni il ferro roventato di Boerhaave non ha dovuto comparir più pesante, perchè l'antimonio ed il piombo calcinati di M. Homberg lo sono stati, e di una quantità sì notabile? E perchè tutte le materie che provano un medesimo grado di fuoco, non crescono egualmente di peso? A queste difficoltà io rispondo così.

O l'aumentazione di peso in questi minerali non viene dal fuoco; ed allora convien dire, che il peso di questo elemento non è provato dall'esperienza; e starsene alla probabilità fondata sull'essere il fuoco una materia, ed ogni a noi nota materia essere pesante; ovver si può supporre che v'ha certi corpi, ne' quali il fuoco resta concentrato dopo la calcinazione, in vece di svaporare, come più d'ordinario ei fa, il suo raffreddamento non essendo se non un mero scemar dell'azione del fuoco, il qual scemamento sarebbe compatibilissimo con una maggior quantità di questo fluido sopito, e quasi fissato mercè la nuova disposizione delle parti che lo racchiudono, e che lo ritengono. Non sappiam forse, che per la calcinazione, o per una semplice torrefazione, buon numero di materie diventano atte a mandar luce, a fermentare, ad infiammarsi, ed eziandio fulminare? tutti questi esempj che averò occasione di far vedere nel decorso di queste Lezioni, favoriscono molto la mia ultima ipotesi.

Con-

Conchiudo adunque che il fuoco, confiderato nel suo principio, è una vera materia: primieramente perchè egli ne ha gli attributi più essenziali, l'estensione e la solidità; in secondo luogo, perchè ne possiede ancò le proprietà più comuni, come la mobilità; il che è incontrastabile, e la gravità probabilissimamente.

Questa materia è un essere a parte, la cui natura è fissa e inalterabile; io non posso credere, come han pensato alcuni Autori, che ella sia un misto risultante dall'unione di certe sostanze raccolte ed avvivate da un moto di fermentazione: imperocchè ne converrà sempre ritornar a spiegare quella spezie di moto, che si suppone, e che differisce dall'altre, in quanto che, in luogo di manifestarsi, come gli altri moti, con discapito, o decadimento; od al più senza perdita, egli si mostra sempre più grande, che la causa apparente che lo produce. Quando mi si dirà, che sali, solfo, aria, ec. mescolati assieme in certe dosi compongono fuoco, perchè queste materie fermentano, non ne sarò punto meglio istruito; quando non mi si additi donde procede quel moto di fermentazione, che ha la proprietà di crescere come da se stesso, e senza che vi applichi una nuova causa. In tutte quelle materie che mi si presentano come principj del fuoco, io non veggo come in tutti gli altri corpi, se non piccole masse disposte a partecipare e dividere solamente una certa quantità di moto che un' altra massa lor imprimerà, ma assolutamente incapaci di niente aggiugnervi per se stesse: l'esempio di un picciolo fermento, che vien a capo di agitare, di sollevare una gran quantità di materia, è una mera comparazione la qual non dilucida niente, quanto al fon-

fondo, e che ha bisogno anch'essa di essere spiegata.

Dall'altra parte, io non veggo questi pretesi principj del fuoco, nel foco d'uno specchio concavo, nè in quello d'un vetro lenticulare, in cui le pietre si calcinano, o i metalli si fondono e si vetrificano. Dirassi per avventura che questi raggi raccolti non sono un vero fuoco? ovver bisognerà egli distinguerne di due spezie nella natura? La prima pretesa sarebbe assurda; la seconda senza fondamento.

Il fuoco elementare debbe essere considerato come un fluido, ma un fluido che non cessa mai di esserlo: le sue parti, quando si meschiano con quelle degli altri corpi, possono ben unirsi, fissarsi, per così dire, e prender consistenza con esse, appresso a poco come l'aria, di cui si trovano particelle disseminate in tutte le sostanze terrestri; ma queste parti medesime non affettano mai una simile unione fra esse, mai non si vede la materia propria del fuoco, per condensata ch'esser possa, formare una massa compatta; quel cono luminoso e ardente, la cui sommità forma il foco del maggiore specchio ustorio, è ancor più divisibile, più liquido, che l'aria stessa, nella quale egli è; e dacchè si vela o cuopre la superfizie riflettente, su la quale è appoggiata la sua base, ei disparisce in un attimo, senza che ne resti alcun segno nel luogo ch'egli occupava.

Non solamente il fuoco è costantemente fluido per se stesso, ma è assai verisimile ch'egli sia la cagion principale di qualunque fluidità; come l'ho già asserito in molti luoghi di quest'opera, e come sarà facile restarne convinti co' fatti, che addurrò nella terza Sezione. Coll'ajuto di quest'elemen-

mento le parti de' corpi si sollevano si distaccano l'une dall'altre, e godono di quella mobilità rispettiva che distingue il corpo fluido da quello che si chiama solido: appunto per lo rallentamento o per l'assenza del fuoco, particelle che erano mobili fra esse, che scorrevano l'une sopra l'altre in balìa e a talento del loro peso, e d'altra impulsione, si ravvicinano, si toccano maggiormente, si legano e pigliano consistenza.

Ciò che dà un gran peso a questo pensamento (il quale per altro è generalmente ricevuto) si è, che i corpi che si liquefanno per l'azione del fuoco, crescono di volume, ed al contrario quelli che si indurano raffreddandosi, scemano di grandezza; il che deve essere necessariamente, se questi due stati (la liquidità e la solidità) son cagionati, come lo diciamo, da un fluido straniero, che viene sforzato di entrare in una certa porzione di materia, o che se ne fa uscire: imperocchè è naturale che due quantità di materia congiunte assieme occupino più luogo, che una delle due separata dall'altra.

Mi si potrà opporre, vedersi bene spesso de' corpi che sceman di grandezza per l'azione del fuoco; i raggi del Sole, disseccando il fango delle strade, lo fan quasi sparire. Nei grandi calori si vede la terra spaccarsi e screpolare da ogni banda, senza dubbio perchè l'estensione della sua superfizie scema; il sale, il zucchero, ec. perdono pure del loro volume nelle stufe.

In tutti questi esempj, ed in altri innumerabili, che pur si potrebbono citare, il fuoco ha due effetti. Il primo, ed il più considerabile, è porta via per evaporazione l'acqua, onde son penetrate queste differenti materie; e tale diminuzio-

ne

ne che si fa della massa, diminuzione di cui è facile convenirsi con la prova della bilancia, e per lo più così grande, che dà occasione a quella del volume. Il secondo effetto consiste in rarefare la materia propria de' corpi che si disseccano riscaldandosi, e questa rarefazione ne accresce realmente la grandezza. Il medesimo soggetto diventa adunque più piccolo nel medesimo tempo è più grande per certi conti: più picciolo di quel ch' egli sarebbe se conservasse l'umidità che gli si fa perdere; più grande di quel che sarebbe stato, se il disseccamento e l'evaporazione dell'acqua si facesse da un calore più lento e meno sforzato; così nei casi in quistione, siccome in tutti gli altri, il fuoco che s' introduce ne' corpi ne accresce realmente il volume; ma il più delle volte questo accrescimento è compensato dalla diminuzione che segue necessariamente da una porzione considerabile, detratta o tolta dalla massa, di maniera che i nostri sensi non colgono d' ordinario se non quest' ultimo effetto.

Presentasi una difficoltà più speziosa è più intricata di quella, alla quale ho poc' anzi risposto, nella congelazione dell' acqua, nel ferro fuso, e in alcune altre materie, che realmente crescono di volume, nel prendere consistenza di solido: cioè, nel perdere una gran parte del fuoco ond' elleno erano penetrate. Ma io credo d' aver date delle ragioni plausibili di queste notabili eccezioni nella Lezion precedente (a); perciò non mi ci fermerò qui d' avantaggio.

Di tutti i fluidi, che conosciamo coi nostri sensi, non ve n' è alcuno, le di cui parti eguaglino nella finezza, nella tenuità, quelle del fuoco pro-pria-

(a) 3. Sezione p. 104.

priamente detto: una riflessione semplicissima ne può convincere di questa verità. L' acqua, gli olj, i liquori spiritosi ed i più volatili, gli odori più penetranti, l'aria stessa, almeno quella che respiriamo, e che ci è la più nota, si contengono in vasi di metallo, di vetro &c. purchè sieno puntualmente otturati, e ne vengono parimente esclusi; ma non si conosce alcun mezzo d'impedire, che il fuoco passi o non si estenda ad un luogo in un altro, alcun mezzo di soggettarlo, o di fermarlo quand' egli è in azione, si può bensì moderare i suoi moti, rallentare il suo passo mercè l' interposizione di qualche altra materia; ma quest' ostacolo, qualunque egli sia, lo lascia finalmente scappare, o gli dà accesso. La più grossa massa, il corpo più compatto, il più duro, il più freddo, in apparenza, si riscalda in tutta la sua grossezza, se il fuoco l' attacca solamente per un lato: il pesce che striscia in fondo al mare, gode alla lunga della dolce temperatura che regna nell' aria; ed il calore mediocre che si sente su la superficie della terra, ritrovasi ne' più profondi sotterranei.

Di qual durezza, di quale solidità non debbono essere le particelle ignee? Niuna cosa lor resiste, ed elleno resistono a tutto: un diamante che si lascia cader nel fuoco, vi perde il suo liscio, i suoi angoli si spuntano, ei vi perde la sua trasparenza: tutti i misti vi si discompongono, a segno che i loro principj, raccolti colla maggior diligenza e rimessi insieme, non ripigliano mai la stessa forma che aveano prima della disunione: questi principj stessi si suddividono ancora con un fuoco più grande, di maniera che quest' elemento

si

si può considerare con ragione come un dissolvente universale.

S' egli adopera sopra materie più semplici, le parti ch' ei disunisce, potranno bensì ritenere la loro prima forma, quando si rimetteranno insieme, ma ei porterà la lor divisione oltre quanto si può mai pensare, di maniera che l' immaginazione non reggerebbe, se i fatti certissimi non lo comprovassero. Noi abbiam fatto vedere una picciolissima goccia d' acqua divisa (*a*), fin a riempire una sfera cava di vetro, che avea quasi due pollici di diametro. Ma per intaccare di sì piccioli corpi, e per dividerli fin ad un tal grado, quale finezza e qual durezza non debbesi egli supporre in un agente, che ne viene a capo?

Quello che il fuoco opera sopra gli altri corpi, niuno d' essi lo fa sopra di lui; a chi è nota una materia, che abbia presa su la materia del fuoco? Oltre che l' esperienza non ci offre nulla, che diaci ragione di pensarlo, il discorso ci guida a credere che ciò è impossibile; imperocchè vedendo noi quest' elemento dividere tutte le sostanze sensibili, fin nelle loro menome parti, non appare come queste parti necessariamente più grosse che l' istrumento che le disunisce, potessero mai intaccarlo.

La gran durezza delle parti ignee risulta dalla loro estrema picciolezza; imperocchè i corpi sono tanto meno compressibili, quanto han meno di pori, e per conseguenza tanto meno, quanto alla prima semplicità più s' avvicinano, per il picciolo numero di particelle che li compongono; è facile capire che un esser materiale il quale fosse nel

(*a*) Tom. 4. undecima Lezione.

uno, e non già composto di più particelle unite nel medesimo tutto; è facile, dico, capire, che un picciolo corpo di questa spezie sarebbe veramente un *atomo*, non potrebbe mai essere intaccato, sarebbe inalterabile: laonde poichè le parti del fuoco elementare sono capaci di divider tutto, e che ogni cosa, di quante ci son note, è da esse parti penetrabile, convien certamente, che sieno d'una estrema finezza, tenuità, e che per conseguenza niuna cosa le uguagli nella solidità e nella durezza.

Quel che è più mirabile, e direi anco, quel che è più spaventevole, se fossimo meno accostumati a veder sussistere le cose quali elle sono, e se potessimo ignorare che tutti gl'ingegni della natura sono moderati da una Sapienza infinitamente incapibile; quel che è, dico, più mirabile, si è, che questo elemento che è capace di distrugger tutto, di disciogliere tutto, risiede per tutto. Egli è nell'aria che respiriamo, e nella quale viviamo dall'instante del nostro nascere, egli è nella terra sulla quale camminiamo, è in tutte le sostanze che tocchiamo, o che passano ne' nostri corpi in forma di alimento, e al di denrro di noi medesimi; non abbiamo un grano di peso di carne o d'osso che non ne sia più intimamente penetrato, di quel che una spugna dall'acqua, quand' ella vi è immersa. La sua presenza è universale e per li luoghi e per li tempi: in qualunque luogo del mondo in cui ci trasportiamo, a qualunque ora del giorno o dell'anno che ei si provi, si può rendere il fuoco sensibile, se si adoprano i mezzi convenevoli.

Si sa che il termometro è un istrumento che indica i gradi del caldo e del freddo, o per par-

lare più fisicamente, le aumentazioni e le diminuzioni del calore; imperocchè quel che si nomina comunemente il *freddo*, non è che un *caldo* minore; siccome lo proveremo nel decorso: ora se si concede che il calore è un effetto del fuoco, si sarà facilmente persuaso, che quest' elemento è presente in ogni tempo, in ogni luogo, facendo le riflessioni che seguono.

Poichè in tutti i tempi dell' anno, ed in tutti i luoghi del mondo, un termometro esposto all' aria libera, soffre variazioni sensibili, poichè il liquore si innalza più o meno nel tubo; quest' è una prova incontrastabile che sempre e per tutto, quest' istrumento è immerso in una materia che lo fa comparire ora più, ora men pieno, e questa materia non è l' aria che lo circonda, imperocchè sappiamo ch' ella non penetra il vetro; egli è dunque un altro fluido più sottile, e questo fluido è quello donde procede il calore, poichè il termometro non appar mai che si riempia davantaggio, quando nello stesso tempo il calore non cresca; l' aria della nostra atmosfera contien dunque sempre di questa materia, cui chiamiamo fuoco elementare.

Si applichi il termometro a qual altro corpo si vuole, o liquido o solido, in qual si voglia tempo; il liquore dell' istrumento o potrà discendere, o potrà ascendere: se ascende, è incontrastabile che quella materia che tocca il termometro, ha un certo grado di calore, e contiene una certa quantità di fuoco in azione. Se il liquore discende, è un segno che questa materia è meno calda, e contiene un fuoco meno avvivato che quello del mezzo da cui esce l' istrumento: ma questa materia, eziandio se fosse ghiaccio, io sostengo ch' ella

non

non è intieramente privata di fuoco, imperocchè si è veduto nella Lezione precedente (*a*), che mescolandovi del sale ella renderebbesi più fredda che non è, di maniera che se il termometro fosse stato immerso per qualche tempo in cotesto ghiaccio raffreddato, e si rimettesse poi in nuovo ghiaccio affatto puro, ei vi si riscalderebbe indubitabilmente, ed il suo liquore si solleverebbe nel tubo.

Quello che io dico di questo ghiaccio semplice e solo, averebbe luogo relativamente a quello che è raffreddato con l'aggiunta del sale, se il termometro uscisse da una materia ancora più fredda: e chi sa qual sia l'ultimo termine possibile di freddo, o per parlare più esattamente, fin a qual grado un luogo od una materia possano esser privati dei fuoco, o del calore?

Queste prove hanno la medesima riuscita nel vuoto, il termometro ivi è soggetto a variazioni sensibilissime; però si può conchiudere con tutta sicurezza, che la materia del fuoco è per tutto, poichè non vi ha alcuno spazio a noi noto, pieno o vuoto delle sostanze che conosciamo, in cui l'azione del fuoco non si faccia sentire.

Ma se il calore attuale non fosse un segno certo abbastanza della presenza e dell'azione del fuoco, si dovrebbe almen credere, quando ei manifestasi con l'incendio, e scoppia e splende in luce: e non si sa forse, che e di giorno e di notte, e per tutto dove un si trova, possiam far scintillare due sassi, o due selci, che si percuotono l'una contra l'altra? che il ferro d'un cavallo, o la fascia d'una ruota, che sdrucciola sul lastricato, vi fa ordinariamente una striscia di fuoco? che gli

H 2 assi

(*a*) 3. Sezione.

assi delle ruote si infiammano per lo sfregamento, e che la lima del magnano mette un pezzo di metallo in istato di accendere del legno?

Questa presenza universale del fuoco non è mai meglio provata, che da quei fenomeni maravigliosi che ci appresenta l'elettricismo: non si può più dubitare senza affettar ostinazione, che la materia di cui si serve la natura, per operare tai maraviglie, non sia (almeno quanto all'essenziale) la stessa che il fuoco elementare; ma questa materia si trova per tutto, poichè tutto si elettrizza; ella vi si trova sempre, poichè si può sempre elettrizzare.

Quando uno è appieno convinto, per l'inspezione de' fatti, che la materia elettrica e quella del fuoco sono essenzialmente la stessa cosa; non è possibile allora attribuire il calore e l'accendimento al solo moto delle parti proprie del corpo che si riscalda o che arde: imperocchè quel fluido che si vede scorrere da una barra di ferro, o dal dito di una persona elettrizzata, non è certamente nè metallo, nè carne; egli è eziandio di una natura differente affatto da que' sali, da quegli olj, da quell'aria, al miscuglio ed alla fermentazione de' quali si attribuisce l'essenza del fuoco. Facendone tali estrazioni, un corpo perderebbe la sua propria sostanza, finalmente si esaurirebbe; laddove quella materia infiammata, che si scaglia dal corpo eletrizzato, e che accende liquori inflammabili, non pare che si attenga quasi punto alle parti proprie del corpo donde ella emana.

D'ordinario si crede che certe materie contengono più di fuoco che altre; che ve n' ha più nel solfo, per esempio, nell'olio, nello spirito di vino, nella polvere da cannone, nel fosforo d'orina,

na, che in molti altri corpi, la porosità de' quali fosse eziandio eguale a quella di coteste materie; e questa opinione è probabilissima: ell'è almeno assai comoda, per rendere ragione della pronta inflammabiltà che distingue certe sostanze dall' altre; e senza d'essa, parmi che molto si dee stentare a spiegar l'aumentazione del peso dei metalli calcinati, se quest' aumentazione è così reale come apparente.

Tuttavolta Boerhaave, la cui autorità è quì d' un gran peso, non è di questo sentimento; egli crede che la materia del fuoco sia uniformemente sparsa per tutto, nei solidi, come nei mezzi fluidi, la ragione degli spazj, ch'ella vi trova da riempire; in guisa che un corpo inflammabile, secondo lui, non differisce da un altro, perchè contiene una maggior quantità di fuoco, ma solamente, perchè le sue parti proprie sono atte nate a cedere più facilmente all'azione del fuoco, quando ella venga ad essere eccitata. La ragione ch' ei ne dà, e che è speciosissima, si è, dic' egli, che tutti i corpi, quando sono stati un tempo sufficiente nel medesimo luogo, prendono tutti la medesima temperatura: un termometro immerso nell' acqua, e poscia nello spirito di vino, o in un qualche oglio, si tiene sempre al medesimo grado; e frattanto è indubitabile, che nè in un liquore, nè nell' altro l'azion del fuoco è intieramente spenta: come dunque non sarebbe cotest' azione più grande nello spirito di vino che nell' acqua, se vi fosse un maggior numero di parti ignee, adoperanti nel medesimo tempo?

Egli è certo, che ciò forma una difficoltà considerabile; ma se ne trovano altresì di assai grandi nell' opinione di Boerrhave. Imperocchè sup-

ponendo con lui , che l'inflammabilità de' corpi consista solamente in una disposizione di parti più ò men grande a mettersi in azione quando il fuoco ch'elleno racchiudono, ve le sollecita, sempre si durerà fatica a sapere, perchè questa potenza interna che sembra essere la stessa in tutti i corpi di un medesimo luogo , se ne giudichiam dal termometro , non abbia effetti più grandi e più pronti sopra que' tali corpi , e le di cui parti si crede che oppongano minor resistenza. Se lo spirito di vino , esempigrazia , è più inflammabile che l'acqua, per essere composto di principj più disposti ad ubbidire agli sforzi del fuoco ch'ei racchiude , perchè questi sforzi che non sono in esso minori che nell' acqua, come si suppone, non adoperano con più d'efficacia su le sue parti, che su quelle dell' acqua ?

Qualunque partito si pigli su questa quistione, si deve adunque aspettare di aver ad incontrare difficoltà : l'immaginazione ci presenterebbe forse de' mezzi da rispondervi ; ma noi non vogliam ricevere soluzioni e risposte dalla sola immaginazione ; abbiam risoluto sin dal principio di quest' Opera di non darle retta, se l'esperienza non la spalleggia ; i fatti che possono illuminarci circa quello che quì c' imbarazza , appartengono alla Lezione , che verrà dopo questa : convien per tanto sospendere il nostro giudizio, finchè li averemo veduti, ed esaminati : contentiamoci di sapere per ora , che il fuoco elementare il principio e la causa di tutti i fuochi , de' quali facciamo uso secondo i nostri bisogni , è una vera materia distinta per la sua essenza da tutte le altre, che ella eccita col suo proprio moto : fluida per eccellenza, ed incapace di uscire da tale stato ; di una

una durezza e di una sottigliezza senza pari, e sempre presente per tutto. Portiamo quindi le nostre riflessioni sopra la sua maniera d' essere, e concepiamo, se sia possibile, come l' azione del fuoco si propaga; per qual segreto meccanismo un piccolo accendimento ne cagioni un maggiore, siccome vediam succedere alla giornata.

ARTICOLO II.

Della propagazione del Fuoco.

LA propagazione del Fuoco, come l' ho di già osservato, quand' ella è giunta fino all' infiammazione, non è un fenomeno che si possa mai spiegare mercè la sola comunicazione di una certa quantità di moto determinata, se non si considera fuor che il motore apparente, e se si regolano i raziocinj secondo quello che sappiamo delle Leggi seguitate dalla natura nell' urto de' corpi. Quando una materia si accende per lo movimento che le s' imprime per di fuori, bisogna necessariamente, che l' urto od il fregamento, prima causa della sua infiammazione, sia ajutato da una potenza preesistente, che attendeva sol l'occasione di manifestarsi, da una potenza che è come in equilibrio con la coerenza delle parti proprie del corpo inflammabile, e che diventa vittoriosa, quando un poter esteriore viene a scuotere ciò che la raffrena, e a darle un nuovo grado d' attività. Senza ciò, tutto quello ch' io veggo accadere dopo l' urto o percossa di una selce acuta contro un pezzo d' acciajo temperato, la scintilla che mi scoppia agli occhi, l' infiammazione di un solfanello, di una fascina, di una legnaja intera, &c: tutto questo mi rappresenta effetti, ch' ecce-

dono infinitamente la loro causa, e se questa causa è unica, tutto quello che ho veduto, è miracolo; imperocchè è una legge fondamentale in Fisica, ed un assioma ricevuto da tutti, che l' effetto non può essere più grande della sua cagione.

Questa considerazione fu probabilmente ciò che indusse l' Accademia delle Scienze a propporre per argomento del Premio nel 1738. la questione *della natura e della propagazione del Fuoco*, questione che l' è paruta senza dubbio difficilissima ed importante, poichè mercè la pubblicazione del programma, si addirizzò a tutti i Dotti del mondo, per procurar d' averne la soluzione.

Di tutte le Scritture, che concorsero, tre furono dall' Accademia coronate, ed altre due furono giudicate degne della stampa, quest' ultime due sarebbono state forse a parte del premio colle tre prime, se i loro Autori, ad imitazione del savio Boerhaave, non si fossero molto più occupati nelle cose sopra le quali si può interrogar l' esperienza, che nella questione proposta, che pur era l' oggetto principale, che conveniva esaurire in quest' occasione.

Le tre prime operette contengono cose molto ingegnose sopra la propagazione del fuoco: ben s' accorge ognuno, che quanto si può dire sopra una tal questione, deve indispensabilmente appoggiarsi a qualche ipotesi: ma io ne trovo una fra le altre, che mi è sempre paruta così naturale, e quadrar così bene con quello che i nostri sensi c' insegnano intorno al fuoco ed ai suoi diversi progressi, che non hò mai esitato a darle la preferenza; questa ipotesi è del celebre Eulero allora professore di Matematiche a Peterburgo, e Membro dell' Accademia Reale delle Scienze di Berlino, dov'

dov'egli è presentemente. Con seguitare principalmente le idee di questo dotto Matemaco, io procurerò qui di far intendere in poche parole, come il fuoco contenuto nell' interno di un corpo combustibile, diventa capace di un effetto che supera in apparenza il potere, che noi adoperiamo per metterlo in azione.

Egli appare, che l'azione del fuoco si estende nei corpi in due diverse guise; qualche volta ella vi cagiona soltanto quel moto intestino delle parti, che si nomina Calore rispetto a' nostri sensi, e che segue senza notabile dissipazione; tal è lo stato di un boccone di pietra, o di un pezzo di metallo, che s' immerge per un certo tempo in una caldaia piena d' acqua che si è fatta scaldare. Altre volte ella agita talmente la materia propria del corpo nel quale ella si esercita, che ne disunisce le molecule, le porta via e le dissipa, come veggiamo che accade ad un pezzo di legno che si è posto sopra carboni ardenti.

Quando v'è solo una comunicazione di calore, tutto in apparenza succede, conforme alle note leggi; il corpo che ne riscalda un altro, non dà niente più, e nè anche tanto, quanto ha ricevuto: ed il calore acquistato, lo è sempre a costo di quello, che s' adopera per comunicarlo; come una massa in quiete non riceve movimento, se non facendosi a parte di quello di un'altra massa, che l' ha percossa. Così in generale vanno le cose; e si danno alcune eccezioni, alcune particolarità da quì osservasi, elleno possono attribuirsi a cause accidentali, e quì non è il luogo di farne menzione.

Principalmente dunque per quei casi, dove vi è accendimento o dispersione di parti, dobbiamo nel-

nella materia del fuoco supporre o immaginare una sorta di movimento, o di tendenza che la metta in istato di fare quasi da sè que' progressi sensibili, che seguono dal primo urto, che comincia ad avvivarla. Immaginiamoci adunque, o piuttosto esponiamo ciò ch'è stato da altri immaginato, e sosteniamo le possibilità, che averemo recate, con esempj che le rendano intelligibili e verisimili.

E' possibile, ed i più valenti e celebri Fisici (a) l'hanno da lungo tempo pensato, che la materia del fuoco abbia di natura sua una forza espansiva, cioè, che ciascuna delle sue molecule si può concepire come un picciolo palloncino compresso, che tende a dilatarsi da tutte le parti, o come un aggregato di picciole parti, che fanno sforzo per discostarsi l'una dall'altra, e ad estendersi da tutti i lati per occupare un maggiore spazio, appresso a poco come vediamo che i più piccoli globicini della nostr'aria si estendono, e si aggrandiscono, quando se ne dà loro l'adito.

Trasportiamo adesso questa prima idea a corpi sensibili, e supponiamo che siesi messa in un paniere una centina di piccioli globi di vetro cavo, riempiti di aria compressa, ben otturati, e talmente sottili che appena possano resistere allo sforzo del fluido che racchiudono; se per un menomo accidente alcuni di questi fragili globicini vengono ad essere urtati, si capisce bene che questo picciolo urto, ajutato dalla reazione del fluido elastico che è racchiuso, scuoterà le parti del vetro, fino rom-

(a) Malebranche, Mem. de l'Accad. des Scien. 1699. pag. 33.
Lemery, ibid. 1709. pag. 400. Boerhaave Elem. Chem. pag. 192.

romperlo; e che i suoi frammenti, spinti con violenza dall' aria che si dilata, potranno spezzare i globi vicini, che per le stesse ragioni estenderanno il danno.

Non veggiam noi non so qual cosa simile a quest' effetto, e più analoga alla materia che trattiamo, nell' accendimento repentino di una carica di polvere da schioppo, cagionato dalla sola infiammazione di un qualche grano? Ciascuno di cotesti grani si può considerare come un palloncino fragilissimo, in riguardo alle parti del fuoco ch' ei racchiude; imperocchè in che cosa consiste la fragilità di un corpo? Senza dubbio nella facilità con la quale le parti possono essere disunite; ora il salnitro, il solfo, il carbone che compongono la polvere con l' aria che vi si meschia, sono tutte materie che il fuoco disunisce facilissimamente, e che non possono se non pochissimo alla sua azione resistere.

Vi è senza dubbio una grande disparità nella comparazione che io fo de' grani di polvere con globicini di vetro ripieni di aria compressa, e che si spezzano per uno sforzo esterno; imperocchè la scintilla che accende la polvere, non ha probabilmente il suo effetto, se non perchè avviva immediatamente il fuoco, che quel grano contiene al di dentro di sè: ma si dee presumere, che questo picciolo palloncino, ch' io fo rompere con l' urto, si romperebbe egualmente, se una, quale si voglia, cagione aumentasse di un solo grado la forza espansiva dell' aria ch' egli contiene, e che i più vicini scoppierebbono di poi, se questa prima porzione d' aria, nello sprigionarsi, facesse sopra degli altri quello che la prima causa ha operato sopra di essa. Ritenendo dunque salda questa pri-

ma idea, che nasce dalla nostra comparazione, cioè, che un corpo inflammabile come un grano di polvere da schioppo, per esempio, è un aggregato di porzioncelle di fuoco, ciascuna delle quali è ravvolta in un'altra materia non espansibile per se stesse, ma pronta a dividersi, subito chè l'espansione del fluido ch'ella contiene, ve la sforzi: ritenendo, dissi, questa prima idea, vediamo come una scintilla di fuoco applicata esternamente possa produrre quest'effetto.

Si rammenterà quì che tutti i corpi sono porosi, per piccioli che siano, fin alle parti elementari esclusivamente: che quando più particelle di materia s'adunano per formare una piccola massa, la loro congiunzione non è mai tale, che non restino fra esse de' piccioli vuoti da empire, come l'ho spiegato e provato nella seconda Lezione (a). Quando per tanto noi rappresentiamo una molecula di fuoco, involta d'una pellicella di quel miscuglio di cui si fa la polvere, dobbiam pensare che quest' involtura è male unita, e che il fuoco che ne occupa l'interno, e che ivi si contiene, finchè la sua virtù espansiva non basta per sforzare quegli aditi stretti, non mancherà di valicarli, se la sua azione viene a crescere.

E se questa azione accresciuta può trasmettere le parti ignea dal di dentro al di fuori, ella potrà parimenti farle passare al di fuori al di dentro d'una simile involtura, e avvivare col medesimo moto le porzioni di fuoco che saranno chiuse come essa ne' dintorni.

Così di una in l'altra tutte le porzioni contigue di fuoco si avviveranno, romperanno il loro involgimento, ne dissiperanno i frantumi, e si

met-

(a) Tom. I.

metteranno in libertà; e di tutte l'espansioni particolari, si farà un'esplosione totale, più o men pronta, secondo certe condizioni, delle quali or ora io parlerò. Ma avanti che andar più lungi, mi convien prevenire una difficoltà che si presenta naturalmente.

Perchè, dirà taluno, questa piccola porzione di fuoco inviluppata, come io suppongo, spezza la sua prigione, e perchè ne disperde tutti i frantumi, se è vero ch' ella vi trovi de' passi aperti per isfuggirsene?

Appunto perchè la sua attività è molto più grande, che la libertà ch' ella ha di scappare per quegli esiti troppo angusti; la sua esplosione è senza dubbio un poco meno violenta di quel ch' ella sarebbe, se fosse più puntualmente rinchiusa: ma non debbe pertanto esser nulla: una bomba la quale avesse alcune crepature, scoppierebbe sì con meno di forza, che se fosse ben intera, ma sempre scoppierebbe, come ognun può credere.

Quanto più queste picciole porzioni di fuoco involte da coteste vesichette fragili e porose, poc' anzi mentovate, saran numerose in un medesimo tutto, tanto più averanno di comunicazione insieme, e più sarà combustibile questo tutto; la menoma scintilla l' accenderà in tutte le sue parti, appena ne resteranno vestigie. Così certe materie s' infiammano subito, e si dissipano in pochissimo tempo.

Ma se le involture del fuoco hanno più di consistenza, se i loro pori sono troppo, o troppo poco aperti, e la loro comunicazione interrotta da particelle di materia di un'altra spezie: allora i progressi dall' incendio saranno rallentati; vi bisognerà più di tempo, perchè l' azione del fuoco

si tras-

si trasmetta; e quando le parti del misto le più atte a cedere a quest' azione, saranno state dissipate dall' infiammazione, ne resteran dell' altre che sol avran ricevuto calore, e si saran conservate intere. Accendete dell' acqua di vita, la parte spiritosa sarà accesa e dissipata: ma l' acqua, o quel che chiamasi *flegma*, resterà al fondo del vase con un poco di calore che averà contratto. Considerate ancora quello che succede in un pezzo di legno che si mette sul fuoco, ei si distrugge quanto alle parti che possono cedere all' azione del fuoco che vi applicate: ma vi resta nella cenere la terra ed il sale fisso, che quel medesimo grado di fuoco non ha potuto intaccare.

Così una materia è più o meno inflammabile secondo che il fuoco ch' ella contiene, trovasi ravviluppato da parti più o meno pronte a cedere alla di lui azione, secondo che queste picciole masse sono meno interrotte da parti di una spezie differente.

Ma se il fuoco è presente per tutto, come il supponiamo, egli deve esserne parimenti in coteste particelle di materia che ritardano l' infiammazione dell' altre. Si deve pur considerare questi corpuscoli come palloncini, il cui interno è pieno di fuoco; e come tutto è poroso, vi è pure una comunicazione aperta dal di fuori al di dentro; come non crepano eglino, al par de' primi? per qual ragione restano interi? in una parola, perchè l' accendimento e la dispersione delle parti non è ella generale? Il paragrafo precedente contiene in sostanza, con che rispondere a questa difficoltà. In un corpo misto tutte le parti che rinchiudono fuoco nell' interno loro, non sono egualmente disposte a cedere al medesimo grado di

atti-

attività di quest'elemento: alcune si sfragellano o si disciolgono a bella prima, ma altre, o più consistenti, resistono a questo primo sforzo, o forse più porose, presentano al fuoco che le distende, sfoghi ed uscite, per onde egli può scappare con una prontezza quasi eguale al suo potere espansivo. Nella comparazione de' globi di vetro cavi, noi li abbiamo supposti tutti egualmente fragili: ma se molti d'essi avessero cinque o sei volte più di grossezza, non solamente questi resterebbono interi; ma ben si capisce in oltre, che per la loro interposizione potrebbono o impedire o moderare la dissoluzione degli altri.

Ma quelle particelle di materia che resistono comunemente alla prima azione del fuoco, si disuniscono e si dissipano, o si disciolgono come le altre, quando questa azione dura più lungo tempo, o quando ella acquista maggiore intensità. Così le parti le più fisse de' corpi misti, il sale, per esempio, si converte in liquore, e la terra o si vetrifica, o diviene una polvere impalpabile; e tutti questi effetti ci provano sempre una divisione estrema.

Egli è quasi inutile avvertire che questi piccoli palloncini di fuoco che noi supponiamo, per ispiegare l' accendimento de' misti, non debbon' essere considerati come cosa sensibile: questi piccioli esseri, se esistono tali, quali ce li rappresenta l' immaginazione, quanto alla forma, debbon' essere di una tale finezza, che il più picciolo corpo veduto col microscopio, ne contenga un gran numero. La portentosa divisibilità della materia, di cui abbiamo date delle prove nella prima Lezione (*a*), e l' estrema sottigliezza del suo-

(*a*) Tom. I. sul principio ec.

fuoco che è capace di divider tutto, ci regge a fare questa supposizione. La più sottil fibra sì del regno animale, come del regno vegetabile, il più piccolo grano di metallo che gli occhi possano coglier di vedere, non è dunque se non un aggregato impercettibile di tutti questi piccoli esseri, di tutte queste massette composte anch'elleno di più pezzi, aventi questo di comune fra esse, che il loro centro è occupato da una picciola porzione di fuoco, l'une dall'altre variando in quanto che non sono egualmente capaci di resistere a tutti i gradi di espansione che questo fluido potrà esercitare contro di esse.

Aggiugner possiamo, che sendo il fuoco presente per tutto, egli non solamente occupa l'interno di queste piccole masse, ov'è rinchiuso; ma si annida ancora in tutti i piccioli vacui, ch'elleno lasciano fra esse, di maniera che cotesti pori pieni di fuoco, e comunicanti gli uni cogli altri fino alla superfizie, son sempre a trasmetter pronti alle più intime parti l'azione del corpo infiammato che s'applica esternamente; appresso a poco in quella guisa, che una striscia di polvere a cui si appicchi il fuoco, porta l'infiammazione fin alla mina che sta più lungi appiattata.

Da tutto il detto dianzi si vede, che l'accendimento de'corpi, effetto quasi sempre più grande che la cagione visibile da cui procede, rientra nell'ordine de'fenomeni intelligibili, se si ammette il meccanismo, che ho supposto; se ci figuriamo ciascuna porzione di fuoco contenuta in una, qual si voglia, molecula di materia, quasi una molla interiormente tesa, e sempre disposta a rompere i legami che la rattengono, dacchè uno sforzo ausiliare venga ad accrescere la sua attività.

Ma

Ma questa molla chi l' ha poi tesa?

Questo è un secreto della natura, che non è per anche bene svelato: ma quand' anche non si dovesse mai svelare, se il fatto è certo, se il fuoco s' offre d' ognora a noi con questa forza espansiva; se abbiam ragioni sode per credere che questo medesimo fuoco con questa proprietà che in esso conosciamo, si trovi presente fin nelle più piccole porzioni di materia, questo basta, per renderne ragione del fenomeno dell' infiammazione, e de' suoi progressi. Se io avessi formato un corpo con de' grani di polvere da archibugio, mescolati in sufficiente quantità e legati assieme, con qualche altra intermedia materia meno infiammabile, e mettessi il fuoco ad alcuni di questi grani di polvere, l' infiammazione diventerebbe presto generale, e tutta la massa scomparirebbe; sarebbe egli allora necessario, per spiegar quest' effetto, considerato in se stesso, ch' io sapessi donde la polvere abbia avuta la sua virtù expansiva? Non mi basterebbe egli, il sapere, ch' ella è tale di sua natura, che si accende con esplosione, e che un grano acceso ne accende degli altri? E quand' anche io non venissi mai a saperne di più, arei forse meno fondamento di dire che il sovvertimento totale e repentino del composto di cui ella facea parte, è stato causato della proprietà ch' ell' ha d' infiammarsi con esplosione?

S' egli è permesso però di congetturare, quando ragioni evidenti ci mancano, io veggo un poco, o parmi di vedere la potenza contrattile, che tende, per dir così, le molle del fuoco elementare nell' interno de' corpi. Non si può negare, che la più piccola massa non sia un adunamento di particelle che si uniscono non solo per *juxta-posi-*

zione, ma per una forza positiva che rende la loro unione tanto più ferma, quanto più da presso ed in più punti si toccano. Sia poi questa forza inerente nella materia, come vogliono i più tra i Neutoniani d'oggidì, o pure spinga esteriormente queste particelle l'una verso l'altra, come io mi sono studiato di dimostrarlo, parlando della durezza e della mollezza de' corpi (*a*); di questo adesso non quistioniamo; i Fisici divisi tra loro, intorno alla natura di questa potenza, convengono tutti che una ce n'è; e su questo consenso generale io fonderò alcuni miei raziocinj.

Quando le parti di materia si avvicinano, e sono portate l'una verso l'altra per formare una piccola massa, elleno comprendono fra sè una porzion di fuoco che si ristringe in uno spazio più picciolo sempre più, a misura che le particelle di materia che lo rinchiudono, vieppiù si avvicinano.

Finchè queste particelle di materia non sono congiunte fino ad un certo segno, una parte di questo fuoco rinserrato in troppo stretti confini si fa strada, e scappa per le commessure ancor troppo larghe e che oppor non si possono alla sua evasione; sin là, questo fuoco rinchiuso non è nè più condensato, nè più teso, nè più concentrato, di quello che è libero ne' dintorni.

Ma la potenza che indura i corpi, strignendo in uno sempre più le particelle delle quai favelliamo, le une coll'altre, nel continuar la sua azione, opera due cose ad un tratto. Ella strigne e serra vieppiù le commessure; e per una necessaria conseguenza diminuisce lo spazio compreso tra queste particelle ravvicinate. Di qui segue 1. Che il fuoco vi si trova più rinserrato che prima, e in uno

(*a*) Tom. II. pag. 446.

uno ſtato di tenſione che lo fa reagire contro le pareti della ſua prigione. 2. Che queſta reazione dee ſuſſiſtere e perſeverare, fin tanto che non è ſufficiente per vincere la difficoltà, che il fuoco trova, di ſfuggire per queſte commeſſure troppo ſtrette.

Così in un corpo che non è infiammato, il fuoco ch' è ſempre in azione (imperocchè queſt' elemento non è mai in una quiete perfetta) è in equilibrio, o con ſe ſteſſo, quanto alle parti che ſon libere ne' pori, o cogli oſtacoli che lo ritengono, e che l' impediſcono dallo ſpiegarſi, ſe è condenſato.

Forſe per qualche meccaniſmo ſimile, l' aria, comunque ella eſpanſibil ſia, concentraſi, per dir così, in tutti i corpi, di maniera che quando ſi ſviluppa da eſſi, noi la vediamo occupar ſpazj incomparabilmente più grandi che quelli ne' quali era ſtata riſtretta per la ſola operazione della natura. Il fatto almeno è del numero di quelli de' quali non ſi può dubitare, ed io n' ho addotte altrove le prove (*a*); e queſt' eſempio è di un gran peſo per convalidar l' opinione di chi penſa che il fuoco racchiuſo nelle molecule de' corpi, è in uno ſtato di contrazione.

Egli è indubitabile, che il fuoco è ſempre in azione non ſolamente ne' corpi infiammati e che ſi conſumano per la diſperſione delle loro parti; non ſolamente nelle materie che ſono ſenſibilmente calde, ma anche in tutte quelle che han ſol di que' gradi di calor debole, che noi chiamiam *freddo*. Ma di quale ſpezie è queſta azione? è ella un moto a vortice di parti, da cui naſca una forza centrifuga? o pure è ella un ſemplice moto di

(*a*) Tom. III. p:.... e ſegu.

vibrazione? Io m'esento quì dal cercarlo, non avendo che aspettare dall'esperienza, per la dilucidazione di simili questioni; già forse troppo è quello, che di congettura è entrato in questa mia prima Sezione: ed il saldo proposito da me preso di usar con risparmio le congetture in queste Lezioni, me ne farebbe tor via una parte, se non le credessi necessarie per condurre la mente a più cognizioni.

Del rimanente, provandomi d'indovinare quello che non si vede con evidenza, ardisco di dire che non mi son discostato dai principj noti, nè da una certa verisimiglianza che cavasi da fatti analoghi. Aggiugni che molte delle idee da me impiegate, son già state ricevute da' più celebri Autori; e si vedrà ancor meglio, quanto ponno valere, quando si averà riflettuto su le sperienze, e su le osservazioni, che inserirò nelle tre Sezioni seguenti.

II. SEZIONE.

Dei mezzi, coi quali si può eccitare l' azione del Fuoco.

QUanto ci è necessario l'uso del fuoco, altrettanto ci è facile il procacciarlo, qualora i nostri bisogni il richieggono; non solamente perchè egli è presente per tutto, ma ancora perchè i mezzi di renderlo sensibile sono a mano di tutti. Le Nazioni, le meno informate de' segreti della natura e delle invenzioni dell' arte, non ignorano la maniera d'accendere il fuoco; il selvaggio Americano più stupido non è per questo conto niente obbligato agli Europei conqui-

quiſtatori del ſuo paeſe, i quali ſu d'altre coſe l'hanno illuminato ed ammaeſtrato.

E' egli naturale il penſare con alcuni Dotti de' giorni noſtri, che i primi uomini ſieno ſtati lungo tempo ſenza l'idea del fuoco, e che non l'averebbono mai avuta, ſe il fulmine o qualch'altro accidente non aveſse meſso a fuoco un qualche boſco; ſe i fuochi ſotterranei non aveſser formati de' vulcani; ſe urti o fregamenti, puramente fortuiti, non aveſsero fatto apparire queſto elemento naſcoſto nel ſeno della natura? Nelle Scuole ſi ſpende qualche tempo nel provare ai giovani che Adamo avea ricevuto da Dio tutte le ſcienze per infuſione; l'ignoranza che fu preſto da poi il gaſtigo del ſuo peccato, fu dunque ella così generale, che gli toglieſſe ſino l'idea del fuoco? Si dimenticò egli ſin l'uſo degli elementi? Checchè ſia di ciò, coteſta idea non ſtette guari a rinaſcere nel mondo; imperocchè laſciando di mentovare quella ſpada di fuoco che fece il Cherubino sfavillare alla porta del Paradiſo terreſtre; quando i noſtri primi padri ne furono eſcluſi; ed i Sacrifizj d'Abele e di Caino che probabilmente non ſi compievano ſenza conſumare l'offerta; i Libri Santi (a) c'inſegnano che Tubalcain, il quale vivea ſul principio del ſecondo ſecolo dell'Univerſo, divenne un fonditore ed un fabbro valentiſſimo; il che ſuppone una grande cognizione del Fuoco, ed anche una lunga eſperienza de' ſuoi effetti. Ma non ci fermiam d'avantaggio in tai quiſtioni, le quali non hanno fuorchè una molto indiretta relazione coll'oggetto in cui vogliam verſare, e non ſono di grande importanza; entriamo in materia, e vediamo come ſi determina il

(a) Geneſ. cap. 4.

il fuoco che è nascosto nell' interno de' corpi, a manifestarsi al di fuori.

Si può riferire o due o tre capi tutti i modi che noi usiamo per eccitare il fuoco; dico per eccitare, affinchè non si confonda l'infiammazione che si comunica, con quella che si produce; imperocchè quando un cero acceso mette il fuoco alla paglia, e al legno, questo non è altro che propagazione dell' accendimento che già sussisteva, e che si manteneva nella meccia imbevuta di cera fusa; ma questo fuoco sensibile del cero viene primitivamente da una scintilla eccittata in qualche altro modo.

Il mezzo più ordinariamente da noi usato per eccitar fuoco, è l' urto o colpo reiterato, o (che è quasi la stessa cosa) il fregamento de' corpi duri: tutti i corpi solidi si possono per questa via riscaldare; e pochi ve ne sono, ne' quali il calore così eccitato non si possa accrescere, fin a dar scintille e fin a bruciare: ma questi effetti sono più o meno pronti, secondo la natura de' corpi urtati, o fregati, e secondo la durata o la violenza della confricazione.

Quanto alla natura de' corpi, quei che hanno più di densità, e nel medesimo tempo più di tenacità e di mollà nelle loro parti, sono comunemente i più adatti a riscaldar o ad infiammarsi collo strofinamento.

In secondo luogo, essendo che lo strofinamento cresce principalmente per la pressione, e per la velocità del moto; quanto più è violenta la collisione; tanto più ella è frequente, e tanto più è sopra i medesimi corpi efficace. Le sperienze che son per addurre, serviranno di prove e dilucidazioni a questo breve divisamento.

PRI-

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Convien tenere con una mano uno di quei saffetti taglienti, che volgarmente chiamiam *pietre focaje*, e coll' altra un pezzo di lima vecchia, un coltelletto ferrato, la cui lama si presenta in schiena, od altro qualsivoglia pezzo di acciajo temperato; urtar un di questi corpi contro l'altro a più tratti, sdrucciolando; e ricevere sopra un foglio di carta bianca tutte le picciole parti che distaccherannosi per questo urto ò colpo replicato.

EFFETTI.

Non v'è chi non sappia che da questa collisione nascono scintille, le quai sono veramente fuoco, poichè ce ne serviamo tutto dì, per accendere un pezzo di lesca, una meccia solforata, una candela, ec. Convien di più osservare, che tra queste scintille, alcune scoppiano e rilucono d'un fuoco vivissimo, si dividono, ed hanno una scintillazione manifestissima; ed altre al contrario non appajono se non rosse, e si precipitano in una maniera più grossolana e pesante. Finalmente osservar si può su la carta una spezie di polvere, o una infinità di piccoli fragmenti, molti de' quali scorrono giù, in balia del loro peso, quando s'inclina il piano che li sostiene.

SPIEGAZIONI.

Il tagliente della pietra urtando con vivacità, e quasi grattando la superfizie dell' acciajo, ne recide alcune particelle che si staccano, e che la scossa fa saltare in aria. Queste parti che divelgonsi così, sono picciolissime, perchè l'acciajo temperato, ch'è assai duro, non si lascia intaccare se non con molta difficoltà; laonde in questa o-

perazione una picciolissima parte di metallo riceve un grandissimo urto.

Ora se è vero, che questa piccola massa, siccome abbiam detto nella prima Sezione, sia un adunamento di piccoli palloncini, ciascun de' quali è pieno di una picciola porzion di fuoco elementare sempre animato da una forza espansiva; è naturale, che l'urto, il quale è grandissimo rispetto ad una sì picciola quantità di materia, faccia quì due cose: l'una, ch'ei comprima e scuota tutte le parti che tengono il fuoco rinchiuso fra esse; l'altra, ch'egli aumenti d'alcuni gradi il moto o l'attività di cotesto fuoco medesimo; donde avvenir dee, o che la molecula d'acciajo disciolgasi fin nelle menome sue parti, o se l'effetto non giugne fin alla dissoluzione, si può almeno aspettar di vedere il fuoco brillare a traverso di tutti i pori dilatati del metallo che resiste alla sua intiera espansione.

Ecco le conseguenze, che possiam dedurre dai principj che abbiamo precedentemente supposti; e questo pure ci si mette sotto degli occhi dall'esperienza; imperocchè queste scintille oscure, che appena son rosse, e che cadono pesantemente, sono meri frammenti di metallo che hanno una forma appresso a poco simile a quella de' piccioli ritagli sottili, che si fan colla lima, e che però chiamansi *limatura*; il che mostra che il loro grado di calore non ha ecceduto quello, che fa sol diventar rosso il metallo: ma le altre scintille, che sfavillano e risplendono, sono particelle d'acciajo che si sono riscaldate, fino a fondersi, e sovente anco fino a bruciarsi, e perdere una parte de' lor principj.

Si può facilmente rimaner convinto di quanto

to noi quì diciamo, coll' esaminare per mezzo di un microscopio quella polvere che trovasi su la carta bianca, quando si è fatto scintillare l' acciajo colla pietra: i fragmenti di questa *a*, *a*, *a*, *Fig.* I. è facile distinguerli al colore ed alla lor trasparenza: quei del metallo *b*, *b*, *b*, *b*, sono pezzetti sottili angolari, irregolari, e talvolta lucenti, quali esser debbono, cedendo al filo o taglio, che li distacca dalla massa; ovver sono pallette rotondate *c*, *c*, *c*, *c*, alcune delle quali ancor attraibili dalla calamita, conservano tutta la durezza che conviene all' acciajo; l' altre restando talora (benchè di rado) dall' attaccarsi al coltello calamitato, si stritolano sotto l' unghia, come il corpo il più fragile.

La figura sferica di questi piccioli corpi non permette di dubitare, ch' eglino sieno stati per un istante in fusione; questa figura è quella che deono assumere tutte le materie ammollite, le quali si trovano liberamente immerse in un fluido, come l' eran nell' aria cotestè piccole masse d' acciajo nel momento della loro scintillazione; nè si capisce che abbiano potuto rotondarsi a questo modo, per la sola maniera onde sono state distaccate. I due differenti stati di questi globetti ci fan credere fondatamente che le une (cioè le dure e quelle che la calamita non tira) sono state soltanto fuse; e che le altre per un grado di fuoco più violento, sono passate dalla semplice fusione, e si sono convertite in scorie.

Mi fa pensar così, colla scorta di M. Hook (*a*), che sembrami avere il primo esaminati questi frammenti d' acciajo col microscopio; una sperienza, fattami fare da M. de Reaumur, ha qual-

che

(*a*) Micrógr. dal Giorn. de Lett. 20. Dec. 1666.

che tempo, per dilucidare alcuni fatti relativi a quello che sto spiegando, o che, per più vero dire, ne son come dipendenze. Si caccia la testa di un ago da cucire in un piccol manico di legno, per tenerlo comodamente; si ammolla alquanto la punta di quest' ago, ed ella si applica poi contro un grano di limatura finissimo, il quale vi si attacca: quindi si pone l'ago nella fiamma d'una candela, in modo tale che la punta ed in circa un terzo della sua lunghezza ne sien fuori. *Fig. 2.* In brevissimo tempo la parte dell'ago che è fuori della fiamma, divien rossa, ed avendo il calore guadagnate l'altre parti fino all'estremità, vedesi il picciol grano di limatura prendere pure de' gradi differenti di colore e di calore. Se un si contenta di farlo solamente diventar rosso, ei non perde nè la sua durezza nè la sua forma che ritroviam essere le stesse quand' egli è raffreddato; ma se si lascia scaldare fino alla bianchezza, e fino a scintillare, allora si osserva ch'ei si è tumefatto e quasi ritondato, e per lo più si stritola sotto l'unghia alla menoma pressione; il che prova abbastanza, ch' egli è divenuto scoria.

Non si dee maravigliarsi che tutte le particelle d'acciaio, quantunque distaccate per lo medesimo urto e dal medesimo pezzo, abbiano nulladimeno una sorte così diversa. La pietra che urta come sdrucciolando, non attacca per avventura con egual grado di forza tutte le particelle ch'ella distacca, queste particelle stesse sono più grosse l'une dell' altre, e si può ancor presumere che le porzioni di fuoco racchiuso in esse, non sono tutte egualmente disposte a mettersi in azione. Queste differenze che si può ragionevolmente supporre, e forse parecchie altre che non è possibile di specificare e di

ag-

aggiugnere a quelle, perchè non ci è cognito abbastanza lo stato interiore de' corpi, sono sufficientissime per dar luogo e motivo a tutte coteste varietà.

Quello che forse parerà più sorprendente, e che tal parve in fatti ai più dotti Chimici dieci o dodici anni fa (a), si è che l'acciaio possa in sì breve

(a) Sul fine dell'anno 1736. M. Kemp de Kerkwik d'Utrecht, risvegliò l'attenzione de' dotti, sopra questo fenomeno dell'acciaio infiammato e fuso dall'urto della pietra focaja, proponendo loro il seguente Problema: " Quando si colpisce l'acciajo ad una pietra focaja, trovasi, che le scintille ricevute sopra una carta, e portate al microscopio, son, la più parte, acciaio fuso, scorificato; o vitrificato, cui la calamita non attrae più. Ora io dimando 1. Quale dei due istrumenti contribuisce a questa distruzione? 2. Quale sostanza è impiegata in ciò? 3. In qual maniera si fa ciò, o si dee fare? 4. Adoprandosi il ferro in luogo d'acciaio, perchè queste scintille scorificate si presentano più rado, o quasi non mai? Queste dimande sembrano insolubili, perchè non si saprebbe quasi immaginarsi che il ferro, che esige un fuoco violento per mettersi in fusione, sia nel momento del colpo, non sol liquefatto, ma intieramente distrutto."

M. Muschenbroeck, allora Professore in Utrecht, mandò questa spezie di problema a M. Dufay, per farlo tenere a M. de Reaumur, il quale ne diede la soluzione in tutte le sue parti, per mezzo d'una Dissertazione molto instruttiva, abbenchè brevissima, stampata nelle Mem. dell' Accad. all' anno 1736. Da questo scritto io ho principalmen-

ve momento, e per una cagione in apparenza sì lieve, diventar rosso, fondersi, andare in scoria.

Ma si depone questa maraviglia, quando si riflette da una parte alla natura dell' acciajo, il qual contiene una grandissima quantità di materia infiammabile; a quella della pietra focaia, il cui solfo si manifesta da un odore sensibilissimo, quando si urtano l' una contro l' altra due di queste pietre; e quando si considera dall' altro canto l' estrema picciolezza del pezzo di metallo che si accende; imperocchè quest' urto che non pare gran cosa per più conti, è nondimeno un urto immenso, rispetto alla picciola quantità di materia su la quale egli spiega la sua azione.

II. ESPERIENZA.

APPLICAZIONI.

A Fig. 3. è una verga d' antimonio fuso con tanto ferro che pesi il doppio dell' antimonio, l' un e l' altro gittati nel crogiuolo in lamınette sottili, affinchè più facilmente si fondano; ed agitati a misura che si disfanno, per facilitarne il miscuglio (*a*). Questa verga è soggettata e tenuta forte in una morsa, che sta sodamente attaccata ad una tavola; e vi si fa passar sopra replicatamente una grossa lima nuova da un capo all' altro, fortemente premendo, come fassi quando si vuole assottigliare o digrossare un pezzo di metallo.

EFFETTI.

Ad ogni limata si vede una striscia di grosse

fa-

mente tratte le dilucidazioni necessarie per ispiegare le due prime esperienze di questa Sezione; cioè quella delle scintille d' acciaio, e la seguente.

(*a*) Vedi le Mem. dell' Accad. delle Sc. 1736.

faville, che si slanciano innanzi, e che cadono su la tavola; l'une splendono di un lume bianco e scintillano; l'altre non sono che rosse, e non si vedono scoppiare o scintillare. Ricevute su un pezzo di carta la bruciano, e la forano in più luoghi; e quando si esaminano col microscopio, si vede chiaramente che elleno sono parti staccate dalla verga, l'une delle quali somigliano, o poco manco, alla limatura ordinaria di ferro o d'acciajo, e l'altre sono rotondate, e d'una superfizie liscia estremamente.

SPIEGAZIONI.

In questa Sperienza la lima fa su la verga, toltone alcune differenze delle quali verrò favellando, quello che la pietra tagliente ha fatto sul pezzo d'acciajo temprato: ell' ha intaccata in più luoghi cotesta massa dura e rompevole, da cui ha distaccate delle picciole parti, urtandole, e premendole con violenza; e però che queste particelle racchiudevano fuoco, l'urto che hanno sofferto, ha messo quest' elemento in azione; e secondo ch'elleno gli hanno opposto più o men di resistenza; l'une sono state riscaldate fino a divenire soltanto rosse, l'altre fino alla fusione, e fino anche alla scorificazione.

Le parti della verga, che la lima distacca, sono molto più grosse, ed in maggior numero, che quelle dell'acciajo che cedono al tagliente della pietra, perchè questa composizione di ferro e d'antimonio ha molto meno di durezza che il metallo puro e indurito dalla tempera. Oltre che la lima che quì si adopra, per la sua lunga e larga superfizie, tutta arricciata di punte taglienti, dee fare un gran numero di volte, quando ella si strascica su la verga, quel che la pietra focaja

non

non può operare, se non una volta sola, ad ogni colpo, quando le si fà raspare l'acciaio.

Una ragione che si può in oltre addurre, si è, che essendo la lima un corpo lungo, il suo strofinamento è continuo; le parti che cedono alla fine del colpo, sono state già scosse e fortemente scaldate da infiniti piccioli urti e pressioni che han preceduto; e che hanno di già messo in moto il fuoco interno della massa, come può chicchessia restarne convinto, portando il dito sul luogo dove ha scorso la lima. Ecco senza dubbio il perchè, queste parti, quantunque ordinariamente molto più grosse che quelle dell' acciaio staccate della pietra focaia, non mancano di riscaldarsi tanto che diventan rosse e si fondano; lo che fan di rado e difficilmente, quando si distaccano battendo la verga contro la pietra.

Ma la cagione principale della loro infiammazione, è la grande quantità di materia sulfurea, ond' elleno son ripiene; il ferro, come si sa, ne contiene assai, ma l' antimonio ne ha molto di più; queste due materie unite assieme mercè la fusione, formano, raffreddandosi, un corpo sommamente idoneo a far fuoco contro una lima; il ferro dà all' antimonio la durezza che gli fa di mestieri per non lasciarsi intaccare se non se da un urto violento, e l' antimonio aggiugne al ferro tutto quello che gli fa d' uopo di materia inflammabile per pigliar fuoco nel momento della percussione; imperocchè non basta che vi sia del fuoco in un corpo, perchè si manifesti subito che si eccita; conviene che questo fuoco trovi attorno di sè materie pronte a cadere alla sua azione ed a mettersi in moto con esso lui; e son queste materie appunto, dette inflammabili, che seminate in

più

più o men di quantità per mezzo ad un corpo; che fan questo corpo si riscaldi, o si infiammi più o meno facilmente di un altro.

III. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

B *Fig.* 4. è una spezie di fuso di legno saldo, come di quercia, di noce, di pero, di faggio &c. le punte del quale sono un po' schiacciate, e nel mezzo del quale si è scavato un luogo per la corda di un archetto. Un uomo applica forte al suo petto una picciola tavola di qualcuno de' legni testè nominati, nella quale si è cominciato un buco; ei mette in questo buco un de' capi del fuso, e l'altro capo in un altro buco fatto in una tavola simile, obbligata e fermata contro il muro, od in una morsa. Quindi premendo col suo corpo, fa andar e venire l'archetto velocemente, appunto come veggiam fare ad un magnano il quale fora un pezzo di ferro con un succhiello.

EFFETTI.

Poco tempo dopo che il fuso ha cominciato a girare, vedesi il legno cambiar colore, e diventar rosso ne' luoghi della confricazione; se ne suscita dell'odore, quindi del fumo, e non molto appresso si vede comparir del fuoco, con cui si può accendere una meccia solforata, o qualche altro corpo combustibile.

SPIEGAZIONE.

Essendovi del fuoco in tutto, ve n'ha per conseguenza nel legno; questo fuoco eccitato dallo strofinamento, fa sforzo per rompere le picciole nicchie nelle quali è rinchiuso: ma queste cellette son quasi tutte fatte di materie che noi chiamiamo inflammabili, cioè che cedono più facilmente all'azion del fuoco. Così è forza che sia im-

imperocchè se si mette il fuoco ad una gran quantità di legno, la cenere ch' è la sola parte non dissipata dal fuoco, è certamente poca cosa in comparazione di quello che se ne sfugge e scompare. Laonde nella nostra Esperienza, son le parti le più volatili del legno, quelle che cominciano ad esalare in odore ed in fumo, le altre si arrossano, e forman carbone.

Per un metodo non guari dissomigliante, al poc' anzi osservato, accendono gl' Indiani il fuoco per li loro bisogni più ordinarj: appoggiano un bastone acuto in un pezzo di legno un po' scavato, e lo fan girare fra le mani, come l' istrumento col quale noi facciamo spumare la ciocolata.

Un legno che fosse troppo tenero, non riuscirebbe, perchè divellerebbesi a pezzetti, innanzi che le sue minori parti potesser provare un confricamento assai gagliardo per avvivare il fuoco ch' elleno racchiudono; forse anche perchè essendo poroso, lasciarebbe troppo facilmente scappare il fuoco ch' ei contiene tra le sue molecule, il che impedirebbe che quest' elemento ricevesse il grado d' attività bisognevole per infiammare.

Ben si capisce ancora, che non bisogna scegliere un legno troppo verde, o abbeverato d' acqua, imperocchè le particelle di fuoco sarebbono spente secondo che si accendessero.

Un legno troppo secco, troppo vecchio, non è nè anco egli al bisogno, perchè ha perduta la maggior parte delle sue sostanze, le più pronte a ricevere e trasmettere l' infiammazione. I legni duri, per la maggior parte, e sopratutto quelli che vengono dall' Indie, sono quasi sempre atti ad ifiammarsi collo strofinamento; per secchi che sieno, hanno naturalmente tante parti grasse e sul-

sulfuree, che egli ne resta sempre abbastanza. Alcuni eziandio ne han troppo, e la confricazione di essi appena sarebbe viva e gagliarda abbastanza per l'effetto a cagion dell' olio che trasuderebbe dai pori, e che troverrebbesi interposto in grandissima quantità fra le superficie confricanti. Gl' Indiani, guidati solamente dall' esperienza, preferiscono per quest' uso il legno di ferro (*a*) alle altre spezie; e lor darem ragione, se porrem mente alla natura di questo legno, che è durissimo, e per conseguenza in istato d' essere confricato con violenza, ed il quale non è grasso, come la più parte degli altri legni del medesimo paese, che si avvicinano alla sua durezza.

IV. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Convien mettere fra due carte grossette un poco, quanto una cece, di quel Fosforo, che chiamasi fosforo di Kunkel, un de' suoi primi inventori (*b*), fermare il tutto sul margine di una ta-

(*a*) *Syderoxylon*. Questi è un legno, il cui colore è di un rosso alquanto bruno; egli è durissimo e pesantissimo; gl' Indiani ne fanno una spezie di clava o mazza, ch' è la lor arma più comune.

(*b*) Si chiama anche *Fosforo d' Inghilterra*, perchè per un corso lungo di tempo M. Gotfritch-Hantkvit, Chimico Speziale di Londra, che l' avea imparato da Boyle, è stato quasi il solo che ne facesse traffico, e che ne somministrasse ai Fisici ed ai curiosi. Benchè si sapesse in genere la maniera di farlo, vi sono nella manipolazione alcuni giuochi di mano, che si avean tenuti occulti, e per cagion de' quali poche persone vi avean riuscito. In oggi è rilevato tutto il mistero: si fa que-

vola, e fregarvi sopra col manico di un coltello; ò cosa altra simile.

EFFETTI.

In pochissimo tempo questo Fosforo s'accende, infiamma i due pezzi di carta; e spande nel luogo dove si fa l'esperienza, un odor forte, molto simile a quello dell'aglio.

SPIEGAZIONI.

Il Fosforo, di cui quì si tratta, è una di quelle scoperte, per mezzo delle quali un caso felice talor viene a risarcire il laborioso Artista di molti altri suoi tentativi intrapresi con mire chimeriche, e non riusciti. Quasi tutti coloro che si sono incapricciati della grand' opera, hanno cercato quello che l'immaginazione lor porgeva di più prezioso nell'arte, vuò dire, quell'argente universale che dee, secondo essi, convertire in oro gli altri metalli; hanno, dico, cercata quella pietra Filosofale, e ne sono andati in traccia fin tra gli escrementi, ch'è la cosa la più sozza e dispregevole appresso il resto degli uomini. Maneggiando l'orina con questa ingannevole speranza, un Chimico Tedesco (*a*) incontrò cotesta materia luminosa e ar-

den-

questo Fosforo in Germania ed in Francia assai trivialmente; e si potrà fare dovunque si seguiti puntualmente il metodo pubblicato nelle Mem. dell' Accad. delle Scien. dell'anno 1737. dopo le prove fattene con riuscita dalli Sigg. Dufay, Hellot, Geofroi e Duhamel; e delle quali io sono stato volentieri testimonio.

(*a*) Brandt, Amburghese, fece il primo la scoperta del Fosforo d'orina nell'anno 1677. Poco tempo dopo, Kunckel, altro Chimico Tedesco, invidioso a questa novità, fece tanto con una fa-

tica

dente, che possiamo considerare per una delle più curiose scoperte dell' ultimo Secolo.

Conciosiachè averò motivo di parlare, nel decorso, delle spezie diverse di Fosfori, e della proprietà che hanno di spandere la luce nell' oscurità; per ora mi ristringo a considerare in questo la facilità con la quale ei prende fuoco, qualor si schiaccia; o si strofina.

Questa grande inflammabilità gli viene senza dubbio dalla natura e dallo stato attuale delle parti; quantunque sia sempre un secreto difficilissimo da penetrare; la cognizion de' corpi; portata sin addentro delle loro parti costituenti, si può tuttavolta formar quì de' sospetti legittimi, e farsi delle nozioni assai verisimili, considerando da una parte quello che segue, quando si fa il Fosforo d' orina, e dell' altra quello che ci si presenta quand' ei si decompone o disfà.

1. Si fa svaporare l' orina in una caldaja di ferro, che tiensi sul fuoco; e si spigne l' evaporazione sin a tanto che sia tutto ridotto in una materia grumosa, dura, nera, appresso a poco simile alla fuligine del camino. Con questa prima preparazione, è portata via la maggior parte dell' umido e del volatile.

2. Si fa calcinare questa materia in una pentola di ferro che si scalda sin a diventar rossa; e continuasi finchè tutta la materia calcinata e polverizzata non fumi più; questa seconda preparazione fa svaporare il resto del sale volatile e l' olio fetido.

 3. So-

tica ostinata, che giunse a scoprirla; e però che egli avea più di riputazione e di nome che Brandt, l' uso ha prevalso, e fe chiamare questa preparazione d' orina, il *Fosforo di Kunckel*.

3. Sopra sei in sette libbre di questa materia calcinata si gittano sette in otto pinte d'acqua comune; si agita il tutto per qualche tempo; si inclina poi il vase per gettar l'acqua, e si fa seccare la materia lissiviata che resta al fondo. Con questa terza operazione si porta via una gran parte del sale fisso, e ne restà sol il necessario perchè l'opera riesca.

4. Con tre libbre di questa materia calcinata, lisciviata e diseccata, meschiasi una libbra e mezzà di arena grossa, o di pietra renosa giallastra, e quattro in cinque oncie di carbone di faggio pistato. Si umetta il tutto con una mezza libbra d'acqua comune, per farne una pasta, che si procura di ben maneggiare e domare, affinchè il miscuglio sia più perfetto. La rena ed il carbone che vi si fanno entrare, servono a rarefar la preparazione d'orina, e danno campo al fuoco d'attaccarla in tutte le sue parti.

5. Finalmente, si mette questa pasta in una storta, e la storta in un fornello di riverbero, ove mantiensi per ventiquattr' ore un fuoco che comincia da' primi gradi per risparmiare i vasi, ma che poi si spigne alla vigorìa di un fuoco di fornace da vetri. Ecco in digrosso come procedesi nella preparazione del Fosforo d'orina (a).

Quan-

(a) Non diamo già qui un' istruzione, colla cui norma si possa accignersi a fare il Fosforo: ma solo un compendio delle principali operazioni, relativo alla spiegazione della nostra esperienza. Un divisamento più minuto si ha a prendere dalla lettura della Mem. del Sig. Hellot, già accennata. Per la stessa ragione *, per cui ho tralasciate le minute descrizioni che sarebbon necessa-

Quanto al suo disfacimento, o scomponimento, ecco quello che accade: il Fosforo si discioglie, quando si espone all'aria, e resta nel vase un liquore acidissimo, che è un vero spirito di sale, poichè il *deliquium* non fa punto di precipitato con l'olio di calce, e precipita la dissoluzione d'argento in *Luna cornea*.

Egli appar dunque, che nella preparazione del Fosforo di orina l'acido del sale comune si unisce ad una materia grassa, nella quale egli è fortemente concentrato; e non si può dubitare che queste materie estremamente divise, e lungamente travagliate dal fuoco il più violento, non ritengano fra esse una quantità prodigiosa di particole ignee, che alla più lieve causa che lor dia urto, rompono, e dissolvono ciò che le trattiene, per fare un'infiammazione.

Così lo strofinamento di un manico di coltello, un corpo duro che trita si, sono mezzi più che bastanti per infiammare di un vivissimo fuoco il piccolo grano di Fosforo rinchiuso tra i due pezzi di carta. Ma però che il fuoco avviva le parti in estremo sottili e penetrative, la carta debbe essere grossetta, affine di frenare, per dir così, la sua azione, ed impedirne il troppo celere dissipamento.

sarie per costruir le macchine e gl'istrumenti, che mi servono alle sperienze riferite in quest'opera, m'astengo altresì dall'inserirvi per disteso il metodo che si dee seguitare per preparar certe materie, delle quali fo uso; sperando poi di dare alla luce l'Opera, nella quale ho in animo di raccorre in uno tutte queste Istruzioni; e quì contentandomi frattanto d'indicare i varj Autori, la lettura de' quali potrà supplire.

† Prefaz. di quest' Opera.

Quando si accende così del Fosforo, se avvien che se ne attacchi alle dita, si soffre una scottatura dolorissima, e che tanto più si inasprisce, quanto più si fa sforzo per isbrattare questa materia, asciugandosi con un panno lino, o d'altra guisa: imperocchè, più ch'ella strofinasi, più diviene ardente; e sendo attiva all'estremo e penetrante, in brevissimo tempo può fare un notabil progresso. Il rimedio più efficace, ed anche il solo che sin ora ci sia noto per questa scottatura, e per calmare il dolore cagionato da essa, si è ammollar prontamente la parte offesa nell'orina; questo liquore probabilmente porta su la piaga qualche sostanza atta ad impadronirsi delle parti del Fosforo avvivate dall'infiammazione, o forse ad inviluppàrle in modo ch'elleno perdano la loro attività.

Si fanno con questo medesimo Fosforo molte altre Esperienza curiose, ma che hanno più relazione alla luce che al fuoco, e le quali io rimetto per questa cagione al volume seguente.

APPLICAZIONI.

Si può considerare le quattro Esperienze testè riferite, come tanti esempj tratti a bella posta dai tre regni, che comprendono tutte le sostanze terrestri, per provare che l'infiammazione, e molto più un calor grande nascer può dal confricamento, o da un urto reiterato, in tutte le sorte de' corpi: la prima e la seconda mettono questa verità in evidenza, rispetto ai minerali; la terza fa vedere la stessa cosa in riguardo ai vegetabili; e con la quarta s'impara che le materie animali possono soggiacere all'istesso destino, sopra tutto quando elleno han ricevute certe preparazioni; e si può da questo principio, che è un fatto, uscir

fran-

franco a render ragione d'inumerabili fenomeni, che di continuo a noi si presentano.

Perchè, esempigrazia, le punte di un tornio riscaldansi così prontamente, quando si omette di porvi dell'olio? Perchè i gangheri o perni delle gran macchine, gli assi delle ruote, de' carri, &c. mettono il fuoco ai legni, ne' quali si aggirano, quando si omette di ungerli con grasso? Egli è perchè in generale il ferro e l'acciaio divengono ardenti, quando sono con forza fregati; e nel caso presente, la confricazione è sempre considerabilissima a cagione della gran pressione delle superfizie; questo confricamento si diminuisce di molto, e non ha più gl'istessi effetti qualor mettasi qualche materia grassa, o qualche fluido tra le parti confricanti, per ragioni da me addotte altrove. (Tom. I. p. . . .)

I colpi moltiplicati riscaldano altresì il metallo notabilmente. Io ho avuto diletto talvolta, in vedere diventar rosse alcune verghette d'acciaio, mediocremente scaldate, mentre un fabbro esperto battevale con prontezza con un mezzano martello sopra un incudine. Ogni metallo si riscalda sotto il martello; l'orefice che lavora e batte a freddo l'oro e l'argento, l'orivolajo che polisce del rame per fare una piastretta di pendulo, son costretti a lasciar raffreddare i pezzi che han battuti, per maneggiarli; e l'istesso accade del piombo e dello stagno.

Ma egli è da osservare che i più duri metalli, quei le cui parti han più d'elastico, sono altresì i più pronti a riscaldarsi co' colpi di martello, ed insieme i più suscettibili di un grado avanzato di calore; il medesimo numero di colpi, per esempio, non rende il piombo così caldo come l'ac-

ciaio; imperocchè quest' ultimo metallo si può battere fin a diventar rosso, come si è poc' anzi veduto; e se l'altro potesse acquistar altrettanto calore, si fonderebbe, il che non si vede che gli succeda mai sotto il martello.

Il Vetraio riduce e lavora il piombo ch' ei mette all' invetriate o lastre di vetro, facendolo passare in verga; od in bastoncini quadrati, per una spezie di mulino, che lo fa allungare, nel dargli la forma. L' orefice prepara le modellature, delle quali adornagli gli orli del vasellame, con tirare alla trafila le fascette o lame di metallo schiacciate. In queste differenti operazioni il metallo si riscalda talmente, che non si può toccarla senza scottarsi; e ciò nasce della forte pressione ch' ei prova sotto i cilindri o spinatoj, o tra le ganasce dell' istrumento che lo forma e figura.

La forfice che si adopra per tagliare il ferro a freddo, ovver qualch' altro metallo duro, diventa sì calda, che si è costretto di ammollarla di quando in quando coll' acqua, perchè ella non perda la sua tempera: questo calore le viene dall' essere stata fortemente premuta tra le due parti ch' ella divide; lo che equivale a' colpi di martello, ch' ella ricevesse di qua e di là, su l' estremità delle sue facce e vicino al filo o tagliente. Per la stessa ragione ancora tutti gli ordigni che si adoprano per torniare, o per forare i metalli a freddo, scottano le dita di colui che li tocca imprudentemente.

L' acciaio od il ferro inasprito, per qualche mescolanza, non è il solo metallo che la confricazione o la percussione riscaldi, sin a farlo diventar ardente, od a scintillare; i ferri da cavalli, le fasce delle ruote de' carri, fanno spesso del fuoco, sdrucciolando sul suolo ghiaroso; e se non veg-

veggiamo accadere la stessa cosa, quando si urta o percuote un pezzo di ferro dolce contro una pietra focaja; quest' è perchè il confricamento non è nè gagliardo, nè continuo, tanto, quanto nella sdrucciolata di cui parliamo; e la particella di ferro staccata dal filo acuto della pietra è probabilmente sì grossa, che non può essere accesa da quel grado di calore che quest' urto è capace di eccitare. Un fregamento più picciolo contro il suolo può farsi parimenti, senza che ne nasca fuoco; un contadino che ha de' chiodi sotto le sue scarpe, non ci fa veder quasi mai scintille, come il cavallo, quantunque sdruccioli come lui. Quel che non succede ordinariamente, può però succedere qualche volta; ed è saggia avvertenza e prudente, escludere dai molini e dai magazzini da polvere, tutto quello che può causare i confricamenti del ferro anche il più dolce, contro la ghiaja, il sasso, la rena, &c.

Se solo il fregamento, o l'urto de' corpi duri può riscaldare il metallo sino ad infiammarlo, non lascia egli però, urtato o confricato da altri corpi di minore consistenza, di ricevere un grado notabile di calore; il Brunitore ne fa pigliar non poco all'acciaio, all' oro, all' argento, ec. col legno, col felrro, o col pezzo di panno di cui si serve per strofinare il suo pezzo. Ma noi non veggiamo, che i fluidi facciano la stessa cosa: Si esponga, *e. g.* una spranga di ferro alla corrente d'acqua più rapida; a capo di un'ora, e anche di un giorno, ella non ne apparirà niente più calda: e naturalmente ci sentiamo indotti a credere, che tutti i fluidi sien per avere il medesimo effetto.

Nul-

Nulladimeno un dotto celeberrimo Filosofo (*a*), si è accinto a voler spiegare, perchè una palla di cannone, diventa calda, travalicando l'aria: egli attribuisce quest' effetto al confricamento che il metallo soffre dell'atmosfera in cui si muove, non solamente di un moto progressivo con una velocità di 600 piedi per secondo, ma di un moto di rotazione altresì con una certa rapidità su qualcuno de' suoi diametri.

Si debbe essere contento di questa spiegazione, se il fatto è certo; cioè se la palla veramente si riscalda nel travalicar l'aria. Io dico, se il fatto è certo, perchè egli viene supposto, senza dire di averlo verificato, ed io ho ragioni forti per credere, che una palla, se è calda, quand' ella si raccoglie da terra, ha ricevuto il suo calore da tutt'altra cagione che dal confricamento dell'aria.

1. Quando una palla è scagliata per l'impulsion della polvere, ella urta, si strascina, e scorre contro le pareti del cannone; tutte queste scosse la debbono riscaldare: e se si avesse in niun conto l'azion della polvere infiammata, a cagion del poco tempo ch' ella ha per comunicare il suo calore, si dee computare almeno quella del pezzo d'artiglieria, quando pur questi non fosse il primo suo tiro, o la palla, per lo prontissimo servigio, non abbia avuto campo di riscaldarvisi; il che non si dee supporre, se non nel caso di un' esperienza fatta a bello studio.

2. Quando la palla è caduta, avanti che si possa raccoglierla, ella ha urtato violentemente contro ostacoli duri, od è più volte balzato sopra la terra; e per tutto dov' ella tocca, soffre un violentissimo fregamento, a causa del moto di rota-

(*a*) Boerhaave, Elem. Chem. p. 100.

tazione che legitimamente si può in essa supporre.

Laonde io veggo chiaramente che la palla è potuta riscaldarsi nel pezzo stesso, da cui si è uscita, o nella sua caduta; e se pur non mi si dica di avere fatta un' esperienza apposta, e di avere prese tutte le misure necessarie, per non dover niente attribuire alle cagioni da me adotte; non saprò risolvermi a credere, che una palla di cannone si riscaldi sensibilmente in due o tre secondi di tempo, col solo fregamento dell' aria.

Se il fatto fosse avverato debitamente, bisognerebbe crederlo; tuttavolta non si negherà, ch' egli ci presenterebbe delle strane conseguenze, fermiamoci solamente in quella che ci si offre la prima. Il fregamento che una palla di cannone prova nell' aria nel varcarla, può essere considerato come quel di un vento rapidissimo, a cui ella si esponesse; imperocchè è la stessa cosa quanto agli affetti, o sia che un corpo si trasporti di continuo per colpir l' aria, o sia che l' aria per un moto continuo venga a colpir questo corpo. Or chi v'è, che volesse, ad un avviso che glie ne venisse dato, gire ad esporsi ad un vento ben grande, con animo di provarvi una confricazione la quale abbia da riscaldarlo? ma non sforziamo la cosa; supponiam eziandio, che ne faccia la prova con un pezzo di metallo freddo per se stesso al pari dell' aria agitata a cui si espone, chi crederà mai che quest' aria sdrucciolando e scorrendo sopra di esso con la maggiore rapidità, avesse a farli prendere qualche calore?

Forse, dirà taluno, ciò avverebbe, se questa rapidità fosse eguale alla velocità di una palla di cannone, che supera almeno 26 volte quella del

più

più impetuoso vento: ma la differenza non sarebbe dunque che dal più al meno, e se la palla con le velocità ch'ell'ha, acquista nell'aria da cui è confricata un calor sensibilissimo in due o tre secondi, pare che con più di tempo e con una velocità minore che questa medesima palla esposta al gran vento, doverebbe diventar calda tanto, quanto un se ne potesse accorgere. Del rimanente si sa quanto poco quella conseguenza si accorda col più comune esperimento: niuno mai si è scottato le dita per aver toccata un'inferriata di giardino sposta al vento di Nord il più impetuoso, ch'abbia soffiato per ventiquattr'ore, tuttochè fosse di ferro come la palla.

Alcuni Autori hanno detto che il fuoco si appiccava di quando in quando ai boschi, per la confricazione de' rami degli alberi che agita il vento, e che può anche essere ravvalorata e accresciuta da certe circostanze. Se si può dubitare del fatto in maniera certa, e perchè si può quasi sempre sospettare che tali accidenti sien effetti della malizia o dell'imprudenza umana, si può almeno non negare la sua possibilità, poichè egli è certo che i vegetabili contengono del fuoco, ed una gran parte della loro sostanza è infiammabile. Sino le semenze ed i frutti si scaldano considerabilmente, quando si schiacciano, si pistano, o si tritano; ognun se ne può convincere facilmente, maneggiando il seme di rape, di canapa, le noci, ec. quando si preparano sotto il pestello, per trarne l'olio; ovver appressando la mano alla farina del formento, e degli altri grani, quand'ella esce d'infra le macine. Tutti questi effetti nascono visibilmente dai colpi replicati, o da un gran fregamento; ed in quanto alle farine

rine il grado di calore ch' elleno acquistano, giugne talvolta fino ad abbruciarle, o sia che le mole girino con troppa prestezza, o che non abbiano fra esse abbastanza di spazio per il loro libero moto: nell' una o nell' altra maniera il moto troppo forte, per disunire solamente le parti del grano, si comunica al fuoco stesso ch' elleno racchiudono, il che cagiona una spezie d' accendimento.

Essendo le materie animali capaci, come le altre, di riscaldarsi sotto il martello, o per una confricazione aspra e durevole, deesi avere in conto d' effetti ordinarj, che la pelle d' un tamburo riceva un calor sensibile dai colpi raddoppiati delle bacchette; che il cuojo forte si riscaldi sotto il martello del calzolajo che lo prepara per farne suole; che il succhiello di un artefice, il quale fora un pezzo d' osso d' avorio, di corno di cervo ec. lo faccia fumare, se fa gir l' istrumento con una certa prestezza:

Il calor delle mani, quando si sono fregate l' una coll' altra, quello che procurano di eccitarsi gli operaj, i quali lavorano all' aria aperta in stagione fredda, battendosi il corpo con le braccia, ec. più tosto che effetti bisognosi di spiegazione, sono esempj familiari, e prove convincenti del principio, sul quale ora vertiamo e riflettiamo.

Qualor si agita la persona, o si cammina lunga pezza, o velocemente, le parti solide del corpo hanno de' movimenti rispettivi, che le fanno scorrere l' une su l' altre, e strofinarsi reciprocamente; di là nasce quel calore che eccede quel dello stato naturale, e che è accompagnato o seguitato da un tal quale dolore, che chiamasi *lassitudine*.

Fi-

Finalmente se alcuno per necessità, o per imprudenza, si è mai lasciato sdrucciolare da alto a basso, lungo una corda tenuta da lui stretta fra le mani, egli averà provato un confricamento capace di scottargli la pelle, e di farvi venire delle vesciche o pustule, siccome accade, ognor che si tocchi un corpo troppo caldo; la corda in quest'occasione non è più calda della lima sotto la quale si infiamma un pezzo di ferro: ma, come quella, per le asprezze successive della sua superfizie, agita per un certo tempo le medesime parti della mano che fortemente le si attengono, ed il fuoco che queste parti animali racchiudono, irritato da questo moto, scoppia, e disordina la loro organizazione.

Quello che accade a corpi solidi di una grandezza sensibile, che si urtano, o che si strofinano, accade parimenti a più piccole masse che si urtano o percuotono vicendevolmente; a due liquidi, *e. gr.* i volumi de' quali si penetrano, e le di cui parti si mescolano con prestezza, ed esercitano le une su le altre reciprochi fregamenti: il calore e l'infiammazione ne son bene spesso le conseguenze, e questi effetti sono tanto più maravigliosi, quanto che la cagione ci sfugge da' sensi, e non si scorge che con la riflessione.

V. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Abbiate nel medesimo luogo e in due vasi separati di vetro sottile e della stessa forma (*a*), tre oncie d'acqua comune ben chiara e pura, ed una quantità simile di buono spirito di vino: immer-

(*a*) La forma cilindrica è la migliore; que' boccali de' quai si servono i Droghisti *A. fig.* 5. sono opportuni, e facilissimi a trovarsi.

mergere in ciascuno di questi liquori e per un tempo bastante, un picciolo termometro, (*b*) per assicurarvi ch' eglino hanno un' eguale temperatura fra loro, e simile a quella del luogo, dove operate; versate quindi le tre oncie d' acqua su lo spirito di vino con prestezza, affinchè i due liquori si mescolino bene assieme.

EFFETTI.

Voi vedrete a bella prima che questo miscuglio, quantunque atto di due liquori limpidissimi, diventa torbido, e quasi lattiginoso, che piega al calore del girasole; e che se ne sollevano infinite bollicelle d'aria, che giunte sù la superfizie crepano.

Il termometro immerso, ch'io suppongo graduato secondo i principj di M. Reaumur, vi farà vedere nel medesimo tempo, che il calore è accresciuto 5, o 6 gradi, se la temperatura del luogo è mezzana, e se la pallottolina del termometro immerso non eccede la grossezza di una cerasa.

Indipendentemente da queste due ultime condizioni, se voi farete più prove di questa spezie, asserverete che la mistura si riscalda tanto più, quanto lo spirito di vino è più puro e più rettificato; imperocchè si vede dall' esperienze di Boerhaave

(*b*) Questi piccoli termometri atti a tuffarsi nei liquori, son fissati sopra una piccola tavola distinta a gradi, assai leggiera, che non discende fino alla pallottola; dove questa tavola è divisa in due parti da una cerniera applicata alla metà della sua lunghezza; di maniera che la parte di sotto piegandosi sopra l'altra, lascia la pallotola del termometro, ed una parte del tubo isolate, *Vedi la Fig. 5. a la lettera B.*

haave (*a*), che quel che egli chiama *alchool*, e che è il più scarico di flemma, essendo stato mescolato a pesi eguali con acqua di pioggia, ha prodotto un grado di calore molto più grande, che uno spirito di vino comune, adoperato con pari dose e colla medesima acqua: la differenza è stata come da 9 a 4, cioè più che della metà.

Le proporzioni che mettonsi tra le due quantità di liquori, contribuiscono ancora al più od al meno di calore che scorgesi nella mistura; M. Geoffroi ci ha da lungo tempo additato (*b*), che il grado più grande di calore nasce da parti eguali di spirito di vino, e d' acqua mescolate assieme: tuttavolta per una serie di sperienze già da me fatte sotto la scorta di M. de Reaumur, ho osservato costantemente che l' effetto di cui parliamo, nasceva più sicuramente da due parti d' acqua mescolate con una parte di spirito di vino; e convien di più osservare che io ho misurate le mie quantità dal volume, e M. Geoffroi le sue dal peso; il che fa differir vieppiù i nostri risultati; imperocchè essendo l' acqua specificamente più pesante che lo spirito di vino, se questi due liquori mescolati a pesi eguali ricevessero il maggior grado di calore, che dal loro miscuglio risultar possa, ne seguirebbe, che per avere quest' effetto, non solamente non bisognerìa che il volume dell' acqua stessa a quello dello spirito di vino in proporzione di due a uno, come l' ho io trovato, ma ch' ei dovesse essere in una proporzione eziandio al di sopra dell' egualità.

Questa differenza viene probabilmente dall' avere M. Geoffroi, ed io fatte le nostre sperienze in tem-

(*a*) Elem. Chem. Tom. I. p. 197.
(*b*) Mem. de l' Accad. des Sc. 1713.

temperature assai lontane l'una dall'altra (*a*): e perchè il suo termometro più grosso (*b*) che il mio era il più difficile a riscaldarsi, e per conseguenza più tardo a dinotare il grado di calore preciso della mistura nella quale era immerso.

SPIEGAZIONI.

Noi possiamo considerare lo spirito di vino come un fluido composto di picciole masse rarefatte, spongiose, per dir così, e capaci di dividersi, di disciorsi, e di estendersi in un liquore atto a penetrarle. Questa idea quadra benissimo con la leggerezza che osserviamo in questo liquore, e con alcuni fatti degni da notarsi, che fra poco mentoverò. Da un altro canto possiam riguardar l'acqua come un fluido, le di cui parti più opportune a svincolarsi l'une dall'altre, s'insinuano facilmente in tutti i pori ch' elleno trovano abbastanza aperti, o di una figura analoga a quella, che hanno elleno stesse. La densità dell'acqua, che sappiamo esser più grande che quella dello spirito di vino, non contradia questa supposizione: una materia per essere più densa di un'altra, non ha che da aver le sue parti più combacciate, più da presso le une alle altre, raccolte in un più picciolo spazio: tutto questo tanto meglio si fa, quanto coteste parti sono più fine, più sottili, e

 con

(*a*) M. Geofroi ha fatte le sue prove in un luogo, dove cominciava a gelare, ed ha mescolati i suoi liquori, quand'eglino avevano quasi il freddo del ghiaccio. *Vedi le Mem. cit.* Io ho fatte le mie in un luogo, dove era un caldo mediocre, come di dodici o quindici gradi.

(*b*) Era un termometro Amontoniano; egli sussiste ancora, e la pallottola è grossa come un picciol ovo di gallina.

con una picciolezza eccessiva elleno sono non pertanto liberissime fra esse, aggomitolate, ed a picciole ciocche, come supponiam quelle dello spirito di vino. Imperocchè io penso che le parti dell' acqua sien più picciole, di una figura più penetrante, e più libere fra esse, che quelle dello spirito di vino; e se avessi da sostenere questa mia opinione con fatti; farei osservare in un lungo divisamento ma facile, che il primo di questi due liquori penetra o discioglie un maggior numero di differenti materie che il secondo.

Quando questi due liquori (l' acqua e lo spirito di vino,) si trovano dunque in un medesimo vase, io concepisco primieramente che le parti dell' uno ajutate dal loro proprio peso e dal moto che si è loro dato versandole precipitosamente, dividono in un' infinità di luoghi la massa dell' altro; e che reciprocamente le parti di questa, in virtù della loro grande mobilità, si separano le une dall' altre, per dar luogo a quelle che le disuniscono, e mettersi elleno stesse fra que' piccoli corpi. Sin quì ella non è che una semplice mescolanza, che lascia sussister l' une e l' altre parti nel loro intero.

Concepisco in secondo luogo, che le parti dell' acqua penetrantissime, trovando il varco facile per intaccare le molecule porose dello spirito di vino, vi ponno entrare come piccioli cunei, comprimere quinci e quindi le pareti che resistono al loro sforzo, e finalmente rompere e dividere in mille modi tutte queste piccole masse.

(*a*) Questo moto intestino, questa divisione di

(*a*) M. Homberg considerando questi movimenti intestini che nascono in varie mescolanze na-

di parti, è quel che chiamasi *fermentazione*, od *effervescenza*. Vi son degli esempj senza numero: e quest'effetto è quasi sempre accompagnato da un calore sensibile, che molto verisimilmente si attribuisce allo sfregamento ed alla pressione, ch' esercitano le parti del dissolvente nei pori di quelle che le ricevono: imperocchè tutte queste particelle riguardate in se stesse, tuttochè di una picciolezza quasi infinita, sono però corpi solidi, ne' quali vi stanno ascose delle porzioni di fuoco; e noi abbiamo precedentemente veduto che tai corpi, che si fregano o si urtano fra essi, possono riscaldarsi fino a bruciare. Quando anche il dissolvente non facesse, che aprir le materie contenenti il fuoco, e che, per la loro mutua aderescenza, si oppongono alla sua espansio-

naturali o artifiziali, li distingue, e dà loro diversi nomi. Chiama *fermentazione* il moto che fassi sentire in un misto, quando le parti solfuree si separano dalle parti saline, o quando queste medesime parti si uniscono per formare un misto. Chiama *effervescenza* il moto delle parti di due sostanze, l'una delle quali penetra l'altra: il che accade non solamente, quando si meschiano assieme degli acidi cogli alcali, (che è per altro il caso il più ordinario) ma ancora in molte altre occasioni, come, esempigrazia, nella nostra Esperienza. Finalmente chiama *ebullizione* il moto di due materie che si penetrano, e donde si alza un gran numero di bollicole d'aria: il che può farsi senza calore, o con raffreddamento. Quanto a noi, non trattandosi qui di un' opera di Chimica, chiameremo questi moti intestini, accompagnati da calore o da infiammazione, col nome comune e generico di *fermentazione*.

ne, quest' elemento messo in libertà non debb' egli far sentire la sua azione?

I Fisici sono d' accordo fra loro intorno alla cagione prossima della fermentazione, ed a quella del calore che l' accompagna d' ordinario. Tutti concedono, che di due materie fermentanti insieme, l' una penetra l' altra, e che il miscuglio si riscalda, perchè le parti si urtano a vicenda e si confricano penetrandosi. Ma non v' è consenso tra loro intorno alla causa di questa penetrazione: convien tuttavolta che una ve ne sia; imperocchè quando anche ci figurassimo le parti aguzze del dissolvente in presenza e direttamente a rincontro della materia dissolubile, come cavicchi su l' orlo de' loro fori, ancor fa d' uopo di una possanza che ve le intruda, e che avvivi il loro sforzo.

Coloro che ricevono e difendono l' attrazione come una causa Fisica, spiegano a tutto lor comodo questi movimenti intestini delle materie che fermentano: Egli vi ha, dicono, un' attrazione reciproca tra i corpi dissolventi, e quello che è dissolubile; tra l' *acido*; e l' *alcali* (*a*); dacchè l' un e l' altro son a tiro di unirsi, questa virtù che risiede in essi, tende ad unirli nella maniera la più compiuta, mercè il contatto immediato delle lor menome parti, il che non può farsi se non con la divisione delle molecule.

Con-

(*a*) Le parole *acido* ed *alcali* sono destinate per indicare le materie saline, dal miscuglio delle quali risultano quasi tutte le fermentazioni; questo non toglie, che vi sien dell' altre materie le quali insieme fermentano; ed allora ve n' è una che fa funzione d' acido, e l' altra d' alcali. *Mem. de l' Accad. des Sc.* 1701. *p.* 97.

Concediamo che ad una prima occhiata pare che mal non corra il raziocinio; e che le difficoltà che ne insorgono, cadono egualmente anche su l'altre opinioni. Ma eziandio se meglio ei corresse, la mente non è paga di questa spiegazione, quando si accorge ch'ella è fondata sovra un principio che parecchi suppongono per gusto o d'altra guisa, ma del quale niuno ancora ha date prove, che non si posano legitimamente contrastare.

Un uomo letteralmente attaccato alla Dottrina Cartesiana, vi dirà che il mondo è pieno di una materia sottile, che muovesi per tutti i versi, e che penetra così i corpi i più compatti; che nel caso della fermentazione, le raddoppiate impulsioni di questo tenuissimo fluido, fanno entrare le punte degli acidi ne' pori degli alcali.

Questa spiegazione almeno ci offre un meccanismo intelligibile; ella non esige che l'intelletto accetti gratuitamente nozioni nuove, alle quali non è guidata da alcun esempio, ma ella suppone fatti, che secondo me, non son provati abbastanza.

Ammetterei volentieri l'esistenza d'una materia estremamente sottile, presente per tutto, e penetrante con somma facilità ne' più compatti corpi; senza intralciarmi nella ricerca dell'ordine o luogo che questa materia ha tenuto tra gli elementi dell'universo; siam di vero costretti d'ammetterne una simigliante per ispiegare con qualche verisimiglianza i Fenomeni del fuoco, e quelli della luce: ma duro fatica a credere che questa materia, s'ella esiste, sia continuamente agitata in tutte le sorti di direzioni; e che i suoi diversi moti (che son progressivi) non sieno alterati da tutti gli urti ch'ella dee aver da patire. Dimanderei in oltre, come in mezzo a tut-

te quelle impulsioni, che spesso sarebbonsi per versi contrarj, le punte degli acidi colpite nello stesso tempo dai due estremi, potessero mai intrudersi ne' pori degli alcali; imperocchè un chiodo non avanza, nè retrocede fra due colpi di martelli di egual forza.

Confessiam da buon senno la nostra ignoranza, ed aspettiamo i lumi che ci mancano; o se ci permettiam delle congetture, procuriamo almeno di fondarle sopra fatti ben verificati che le rendano verisimili, limitando l'estesa delle nostre cognizioni, se ciò è necessario per renderle più certe.

Non si potrebbe egli dire, per esempio, che il dissolvente vien portato nelle molecule porose del corpo dissolubile, da quella stessa potenza che fa entrar' i liquori in tutto quel che è spongioso, o traforato e tagliato da infiniti piccioli canali capillari? E' noto, che certe condizioni rendono quest'effetto più pronto o più compiuto, e che in generale questi canali si riempiono con tanto più d'attività, quanto più stretti sono: chi sa che i pori delle parti alcaline o dissolubili, non sieno per avventura, rispetto al dissolvente, in proporzione tale, che questa imbibizione vi si faccia con ancor più di violenza, che da noi non si scorge, quando trattasi di tubi capillari di una grandezza sensibile? e la rapidità di questi moti moltiplicati all'infinito in un picciol corpo estremamente poroso, non potrebbe ella giugnere fino a far rompere le pareti, e causare una totale dissoluzione?

Se mi si dimanda, qual sia quest'occulto potere, che intrude i liquori ne' corpi spongiosi, o, lo che è tutt'uno, nei tubi capillari, confesso inge-

genuamente, ch' io ne ignoro la cagione: ma un fatto, cui niuno contrasta, servir ben può a spiegarne degli altri, che son più oscuri.

Per ritornare al nostro miscuglio di spirito di vino e di acqua, io lo considero dunque come una dissoluzione di un liquore fatta per mezzo dell' altro, come una vera fermentazione; ed il grado di calore che vi scorgo, come una conseguenza necessaria dell' urto e del confricamento delle parti, o dell' azione del fuoco, che è stato messo in libertà mercè la disunione di queste medesime parti che tenevanlo racchiuso fra esse.

Le bolle d'aria, che appariscono in questo miscuglio, e che ne intorbidano la diafaneità, sono quelle ch'erano stazionarie ne' pori di ciascun liquore, e che trasportate di luogo, mercè la mutua penetrazione delle due masse, dilatate poscia dal nuovo grado di calore che ne risulta, si sollevano alla superfizie in virtù della loro leggerezza respettiva.

Se lo spirito di vino, deflegmato, dà più di calore, di quello in cui resta della flemma; la ragione si è, perchè essendo meno penetrato d' acqua; tanto più egli è opportuno ad ammetterla ne' suoi pori: e però che da questa imbibizione più o meno completa il grado di fermentazione dipende, per questa stessa cagione il calor dee ricevere i suoi differenti gradi.

Il grado di calore dipende ancora, come si è veduto, dalla proporzione che si mette tra le quantità de i due liquori meschiati; perchè con una troppo picciola quantità d'acqua lo spirito di vino non si discioglie quanto potrebbe, la fermentazione riesce men forte; e se troppo se ne mette, l' eccesso di quest' acqua è una massa inutile

che non ajuta a produrre il calore, e che più fredda di quel che sarebbe il miscuglio meglio proporzionato, se ne appropria una parte, non men che il termometro immerso.

Nella spiegazione, che ho quì data, ho supposto che uno dei due liquori penetrasse l'altro; ed in ciò non ho detto cosa ch' io non possa provare, con far vedere dalle Sperienze di M. de Reaumur (a), che un composto d'acqua e di spirito di vino pesa specificamente più che i due liquori componenti, avanti il miscuglio; lo che non si può fare senza che i due volumi si confondano in parte.

Questo fatto egualmente curioso e concludente per quel che ho io a provare, si può mostrar in due maniere. Primieramente si è pesato la quantità d'acqua ch' era contenuta in un piccolo vase A, Fig. 6. che avevasi riempiuto puntualmente fin al filo *b*. e si è trovato il suo peso di 98 grani. Si è vuotato questo vase, e si è riempiuto similmente fin al filo di spirito di vino, il cui peso si è trovato di 82 grani $\frac{1}{2}$. Se si avesse riempiuto d'acqua i due terzi del piccolo vase, e l'altro terzo con lo spirito di vino, sì che non si fosse meschiato con l'acqua, il peso totale dei due liquori contenuti sarebbe stato 65 grani $\frac{1}{3}$ d'acqua e 27 grani $\frac{1}{2}$ di spirito di vino, che avrebbe fatto in una somma 92 grani $\frac{5}{6}$. Ma in vece di far così, si è composto un liquore di due parti d'acqua, e di una parte di spirito di vino ben mescolate assieme; e si è poi riempiuto di esso il picciolo vase fin al filo come precedentemente: allora il peso di questa quantità di liquore composto si è trovato di 64 grani; dal che appare evidentemente che la sua densità era più grande che quella che sembra-

(a) Mem. de l'Accad. des Sc. an. 1733.

brava dover risultare dai due liquori componenti.

Secondariamente si è presa una sfera, o palla cava di vetro, adattata a un tubo perfettamente cilindrico, quasi per fare un grosso termometro, Fig. 7. Vi si è versata da bella prima dell' acqua 200 misure, (*a*) e per di sopra questa si è fatto scorrere adagio adagio 100 misure di spirito di vino, che ha galleggiato; si è notato con un filo, *c*, sul tubo, il sito dove terminava il liquore; ed essendo ben otturato di sopra il vase, e quindi agitato per causare il mescolamento dell' acqua e dello spirito di vino: quando tutto fu cheto, e rimesso alla temperatura del luogo dove si facea l' esperienza, si è osservato che la superfizie del liquore nel tubo stava al di sotto del filo; e per riempir questo vuoto, è convenuto aggiugnere 5 di quelle misure, delle quali ne contenea 100 il volume dello spirito di vino adoperato. Sicchè n' è avvenuta una diminuzione di $\frac{1}{20}$, avuto riguardo ai volumi di questo liquore; i due liquori si sono dunque penetrati in parte per formare insieme un volume più piccolo che la somma delli due misurati separatamente.

Io non ho potuto far di meno di riferire quì questo fenomeno, che della sua spezie non è il solo; invitando gli amatori della Fisica ad instruirsene colla lettura della Dissertazione istessa, ed ivi notare tutte le circostanze ed utili osservazioni, alle quali esso fenomeno ha dato occasione; il che io non potrei inserire in quest' opera, senza uscir da' limiti che mi son prescritti.

VI.

(*a*) Si fan queste piccole misure comodamente con pive gonfiette di vetro, *d* Fig. 7. le quali si soffiano alla lampana di colui che lavora di smalto.

VI. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

In un bicchier grande da birra, di quei, che han la coppa simile ad una campana rovesciata D, Fig. 8. si mettono 3 grossi d'olio di Terebintina (*a*) (il più recente e il migliore: e in un altro bicchiere E con un manico d'in circa 3 piedi di lunghezza, si mescola insieme un grosso di buono spirito di nitro, ed altrettanto olio di vitriolo concentrato; (*b*) tenendo poscia quest'ultimo bicchiere per l'estremità del manico, si versa in due o tre tempi, ma con brevissimo intervallo, ciò ch'ei contiene, si versa, dico, nel primo in cui v'è l'olio di Terebintina.

EFFETTI.

Nel momento stesso che si fa il miscuglio, si sente e si vede una violenta fermentazione nel bicchiere che contiene questi liquori; se ne solleva subitamente un fumo assai denso, in mezzo al quale si vede brillare ordinariamente una fiamma che slanciasi fino all'altezza di 15 in 18 pollici; ed appresso si sparge nel luogo dell'esperienza, un

odor

(*a*) Nomino quì l'olio di Terebintina come il più facile a trovarsi, e quello che costa meno; si può adoprare egualmente l'olio di guaiaco, l'olio di garofano, di cedro, di menta, di finocchio, ec. ed anche i balsami naturali, quello di Copahu, ed il balsamo bianco della Mecca.

(*b*) In luogo di questi due acidi mescolati insieme, si può servirsi di un'acqua forte citrina distillata alla maniera dell'Hoffmano, o di M. Geoffroi. *Vedi. Mem. de l'Accad. des Sc.* 1726. dove vi sono descrizioni curiosissime di tali esperienze.

odor forte aromatico che dura lungo tempo, e che è odor grato quand'è indebolito.

SPIEGAZIONI.

Gli olj essenziali delle piante, sì di quelle che portansi a noi dall'Indie, come di quelle che nascono in Europa, sono liquori molto inflammabili, che a ragione da' Chimici si considerano come una grande quantità di solfo esteso in un poco di flemma; vale a dire, che la materia del fuoco che vi si trova, come per tutt'altrove, non vi è ritenuta ed inviluppata se non da quella che ne contien d'avantaggio, e che è la più atta a ritenere esso fuoco sol quanto abbisogna, per avvivar la sua azione. Quando un acido violento s'impadronisce di questi olj, e li penetra da tutte le parti con prestezza, tutte le porzioncelle di fuoco irritate, per dir così, dal confricamento, e sciolte da' legami che le ritenevano avanti questa dissoluzione, si mettono in libertà, scoppiano da tutte le parti, e dissipano in fiamma tutto il più sottile della mistura; ed il più grossolano si esala in fumo, e in odore.

Quest' effetto, ancorchè maraviglioso, non differisce essenzialmente da quello, che abbiamo veduto nell'esperienza precedente; ell'è sempre l'azion del fuoco eccitata dalla penetrazion precipitosa di un liquore nell' altro, ma un' azione eccitata fino all'accendimento. Quantunque si potesse aspettare un tale effetto da questa cagione ben meditata; e' dovette non ostante riuscire uno spettacolo singolare e strano in Chimica, allorchè si vide nascere una vera infiammazione dal miscuglio di due liquori freddi.

E' qua-

E' quasi un Secolo che Becchero ed Olao Borticchio, il primo nella sua Fisica sotterranea, il secondo negli Atti di Copenhague, annunziarono questo fenomeno; ma o che non si fossero spiegati con bastevol chiarezza, o che mal si procedesse per imitarli, si lavorò lungo tempo in vano giusta quel ch'eglino avean detto, e si perdette il coraggio, quasi prima di poter ripetere la loro esperienza con riuscita. Finalmente nel 1698. M. de Tournefort giunse ad infiammare non già l'olio di Terebintina, come avean fatto gli Autori citati, ma bensì l'olio, tratto dal legno di sassafras per distillazione; e noi veggiamo dalle Mem. dell'Accad. delle Scienze per l'anno 1701. che il Signor Homberg, sì coll'esperienze sue proprie, che con le altrui, avea già ampliata questa scoperta, fino a stabilire per regola generale, che con uno spirito acido ben deflemmato si può infiammar tutti gli olj essenziali delle piante aromatiche, purchè queste piante sieno dell'Indie; perchè, diceva egli, quelle de' nostri climi non danno mai se non un olio, in cui è mescolato il solfo con un acido, che fa che non segua l'infiammazione. Questa restrizione fu tolta nel 1726. da M. Geoffroi, il quale mostrò con prove di fatto, che indifferentemente s'infiamma l'olio essenziale delle piante d'Europa, come s'infiamma quello degli aromati Indiani, adoperando un acido convenevole; e quel che Geoffroi facea vedere in Francia, lo pubblicava già in Germania l'Hoffmano, come una scoperta da lui poc'anzi fatta, benchè con un metodo alquanto diverso.

Altro più dunque non rimaneva per rendere generale questa nuova cognizione, se non se di trovare

vare un mezzo d' infiammar altresì gli olj grassi (*a*); ed a questo dopo lunga opera e fatica è giunto M. Rouelle. Tutto dipendeva da un giocolino di mano, che l' accidente arebbe potuto far trovare al più zotico, ma che questo valente Chimico ha sol ottenuto per via di cognizioni, e di riflessioni. Si sa che il nitro non si accende al tocco della fiamma, ma solo a quello di un corpo acceso: questa considerazione fe' pensare a M. Rouelle che per infiammare un olio sarebbe a proposito 1. ch' egli vi fosse disposto per mezzo di un certo grado di calore; 2. che lo spirito di vino di cui servivasi per procacciare quest' infiammazione, trovasse un carbone ardente, o vicino ad esser tale, per lo cui tocco egli stesso potesse infiammarsi; in luogo di gettare nell' olio tutt' in una volta il suo acido nitroso, il che non arebbe prodotto se non del calore o del carbone, lo versò in due o tre volte, vicine l' una all' altra: la prima porzione versata, o la seconda riscaldò l' olio, e ne mise una parte in carbone, e l' ultima porzione venendo a cadere, subito si accese al tocco del carbone, ed infiammò l' olio che era già prossimo ad infiammarsi.

Si può dunque infiammare l'olio di terebintina, che io ho adoprato nella nostra esperienza, con lo spirito di nitro solamente; e se vi meschio l' olio di vetriolo concentrato, lo fo solo per rendere l' effetto più sicuro: imperocchè impossessandosi facilmente quest' olio di tutta l' umidità, finisce di spogliar

(*a*) Per olj grassi o pesanti si intendono quelli estratti da' vegetabili per espressione, come l' olio di noce, quelli del seme di canape, di rapa, &c.

ne, quest' elemento messo in libertà non debb' egli far sentire la sua azione ?

I Fisici sono d'accordo fra loro intorno alla cagione prossima della fermentazione, ed a quella del calore che l' accompagna d' ordinario. Tutti concedono, che di due materie fermentanti insieme, l' una penetra l' altra, e che il miscuglio si riscalda, perchè le parti si urtano a vicenda e si confricano penetrandosi. Ma non v' è consenso tra loro intorno alla causa di questa penetrazione: convien tuttavolta che una ve ne sia; imperocchè quando anche ci figurassimo le parti aguzze del dissolvente in presenza e direttamente a rincontro della materia dissolubile, come cavicchi su l' orlo de' loro fori, ancor fa d' uopo di una possanza che ve le intruda, e che avvivi il loro sforzo.

Coloro che ricevono e difendono l' attrazione come una causa Fisica, spiegano a tutto lor comodo questi movimenti intestini delle materie che fermentano: Egli vi ha, dicono, un' attrazione reciproca tra i corpi dissolventi, e quello che è dissolubile; tra l' *acido*; e l' *alcali* (*a*); dacchè l' un e l' altro son a tiro di unirsi, questa virtù che risiede in essi, tende ad unirli nella maniera la più compiuta, mercè il contatto immediato delle lor menome parti, il che non può farsi se non con la divisione delle molecule.

Con-

(*a*) Le parole *acido* ed *alcali* sono destinate per indicare le materie saline, dal miscuglio delle quali risultano quasi tutte le fermentazioni; questo non toglie, che vi sien dell' altre materie le quali insieme fermentano; ed allora ve n' è una che fa funzione d' acido, e l' altra d' alcali. *Mem. de l' Accad. des Sc.* 1701. *p.* 97.

Concediamo che ad una prima occhiata pare che mal non corra il raziocinio ; e che le difficoltà che ne insorgono, cadono egualmente anche su l'altre opinioni. Ma eziandio se meglio ei corresse, la mente non è paga di questa spiegazione, quando si accorge ch'ella è fondata sovra un principio che parecchi suppongono per gusto o d'altra guisa, ma del quale niuno ancora ha date prove, che non si possano legitimamente contrastare.

Un uomo letteralmente attaccato alla Dottrina Cartesiana, vi dirà che il mondo è pieno di una materia sottile, che muovesi per tutti i versi, e che penetra così i corpi i più compatti ; che nel caso della fermentazione, le raddoppiate impulsioni di questo tenuissimo fluido, fanno entrare le punte degli acidi ne' pori degli alcali.

Questa spiegazione almeno ci offre un meccanismo intelligibile ; ella non esige che l'intelletto accetti gratuitamente nozioni nuove, alle quali non è guidata da alcun esempio, ma ella suppone fatti, che secondo me, non son provati abbastanza.

Ammetterei volentieri l'esistenza d'una materia estremamente sottile, presente per tutto, e penetrante con somma facilità ne' più compatti corpi ; senza intralciarmi nella ricerca dell'ordine o luogo che questa materia ha tenuto tra gli elementi dell'universo ; siam di vero costretti d'ammetterne una simigliante per ispiegare con qualche verisimiglianza i Fenomeni del fuoco, e quelli della luce : ma duro fatica a credere che questa materia, s'ella esiste, sia continuamente agitata in tutte le sorti di direzioni ; e che i suoi diversi moti (che son progressivi) non sieno alterati da tutti gli urti ch'ella dee aver da patire. Dimanderei in oltre, come in mezzo a tut-

 te

te quelle impulsioni, che spesso farebbonsi per versi contrarj, le punte degli acidi colpite nello stesso tempo dai due estremi, potessero mai intrudersi ne' pori degli alcali; imperocchè un chiodo non avanza, nè retrocede fra due colpi di martelli di egual forza.

Confessiam da buon senno la nostra ignoranza, ed aspettiamo i lumi che ci mancano; o se ci permettiam delle congetture, procuriamo almeno di fondarle sopra fatti ben verificati che le rendano verisimili, limitando l'estesa delle nostre cognizioni, se ciò è necessario per renderle più certe.

Non si potrebbe egli dire, per esempio, che il dissolvente vien portato nelle molecule porose del corpo dissolubile, da quella stessa potenza che fa entrar' i liquori in tutto quel che è spongioso, o traforato e tagliato da infiniti piccioli canali capillari? E' noto, che certe condizioni rendono quest' effetto più pronto o più compiuto, e che in generale questi canali si riempiono con tanto più d'attività, quanto più stretti sono: chi sà che i pori delle parti alcaline o dissolubili, non sieno per avventura, rispetto al dissolvente, in proporzione tale, che questa imbibizione vi si faccia con ancor più di violenza, che da noi non si scorge, quando trattasi di tubi capillari di una grandezza sensibile? e la rapidità di questi moti moltiplicati all' infinito in un picciol corpo estremamente poroso, non potrebbe ella giugnere fino a far rompere le pareti, e causare una totale dissoluzione?

Se mi si dimanda, qual sia quest' occulto potere, che intrude i liquori ne' corpi spongiosi, o, lo che è tutt' uno, nei tubi capillari, confesso inge-

genuamente, ch' io ne ignoro la cagione: ma un fatto, cui niuno contrasta, servir ben può a spiegarne degli altri, che son più oscuri.

Per ritornare al nostro miscuglio di spirito di vino e di acqua, io lo considero dunque come una dissoluzione di un liquore fatta per mezzo dell' altro, come una vera fermentazione; ed il grado di calore che vi scorgo, come una conseguenza necessaria dell' urto e del confricamento delle parti, o dell' azione del fuoco, che è stato messo in libertà mercè la disunione di queste medesime parti che tenevanlo racchiuso fra esse.

Le bolle d'aria, che appariscono in questo miscuglio, e che ne intorbidano la diafaneità, sono quelle ch'erano stazionarie ne' pori di ciascun liquore, e che trasportate di luogo, mercè la mutua penetrazione delle due masse, dilatate poscia dal nuovo grado di calore che ne risulta, si sollevano alla superfizie in virtù della loro leggerezza respettiva.

Se lo spirito di vino, deflegmato, dà più di calore, di quello in cui resta della flemma, la ragione si è, perchè essendo meno penetrato d' acqua, tanto più egli è opportuno ad ammetterla ne' suoi pori: e però che da questa imbibizione più o meno completa il grado di fermentazione dipende, per questa stessa cagione il calor dee ricevere i suoi differenti gradi.

Il grado di calore dipende ancora, come si è veduto, dalla proporzione che si mette tra le quantità de i due liquori meschiati; perchè con una troppo picciola quantità d'acqua lo spirito di vino non si discioglie quanto potrebbe, la fermentazione riesce men forte; e se troppo se ne mette, l'eccesso di quest' acqua è una massa inutile

che non ajuta a produrre il calore, e che più fredda di quel che sarebbe il miscuglio meglio proporzionato, se ne appropria una parte, non men che il termometro immerso.

Nella spiegazione, che ho quì data, ho supposto che uno dei due liquori penetrasse l'altro; ed in ciò non ho detto cosa ch'io non possa provare, con far vedere dalle Sperienze di M. de Reaumur (a), che un composto d'acqua e di spirito di vino pesa specificamente più che i due liquori componenti, avanti il miscuglio; lo che non si può fare senza che i due volumi si confondano in parte.

Questo fatto egualmente curioso e concludente per quel che ho io a provare, si può mostrar in due maniere. Primieramente si è pesato la quantità d'acqua ch'era contenuta in un piccio o vase A, Fig. 6. che avevasi riempiuto puntualmente fin al filo *b*. e si è trovato il suo peso di 98 grani. Si è vuotato questo vase, e si è riempiuto similmente fin al filo di spirito di vino, il cui peso si è trovato di 82 grani $\frac{1}{2}$. Se si avesse riempiuto d'acqua i due terzi del piccolo vase, e l'altro terzo con lo spirito di vino, sì che non si fosse meschiato con l'acqua, il peso totale dei due liquori contenuti sarebbe stato 65 grani $\frac{1}{3}$ d'acqua e 27 grani $\frac{1}{2}$ di spirito di vino, che avrebbe fatto in una somma 92 grani $\frac{5}{6}$. Ma in vece di far così, si è composto un liquore di due parti d'acqua, e di una parte di spirito di vino ben mescolate assieme; e si è poi riempiuto di esso il picciolo vase fin al filo come precedentemente: allora il peso di questa quantità di liquore composto si è trovato di 64 grani; dal che appare evidentemente che la sua densità era più grande che quella che sem-

bra-

(a) Mem. de l'Accad. des Sc. an. 1733.

brava dover risultare dai due liquori componenti.

Secondariamente si è presa una sfera, o palla cava di vetro, adattata a un tubo perfettamente cilindrico, quasi per fare un grosso termometro, Fig. 7. Vi si è versata da bella prima dell' acqua 200 misure, (*a*) e per di sopra questa si è fatto scorrere adagio adagio 100 misure di spirito di vino, che ha galleggiato; si è notato con un filo, *c*, sul tubo, il sito dove terminava il liquore; ed essendo ben otturato di sopra il vase, e quindi agitato per causare il mescolamento dell' acqua e dello spirito di vino: quando tutto fu cheto, e rimesso alla temperatura del luogo dove si facea l' esperienza, si è osservato che la superfizie del liquore nel tubo stava al di sotto del filo; e per riempir questo vuoto, è convenuto aggiugnere 5 di quelle misure, delle quali ne contenea 100 il volume dello spirito di vino adoperato. Sicchè n' è avvenuta una diminuzione di $\frac{1}{20}$, avuto riguardo ai volumi di questo liquore; i due liquori si sono dunque penetrati in parte per formare insieme un volume più piccolo che la somma delli due misurati separatamente.

Io non ho potuto far di meno di riferire quì questo fenomeno, che della sua spezie non è il solo; invitando gli amatori della Fisica ad instruirsene colla lettura della Dissertazione istessa, ed ivi notare tutte le circostanze ed utili osservazioni, alle quali esso fenomeno ha dato occasione; il che io non potrei inserire in quest' opera, senza uscir da' limiti che mi son pescritti.

VI.

(*a*) Si fan queste piccole misure comodamente con pive gonfiette di vetro, *d* Fig. 7. le quali si soffiano alla lampana di colui che lavora di smalto.

VI. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

In un bicchier grande da birra, di quei, che han la coppa simile ad una campana rovesciata D, Fig. 8. si mettono 3 grossi d'olio di Terebintina (*a*) (il più recente e il migliore: e in un altro bicchiere E con un manico d'in circa 3 piedi di lunghezza, si mescola insieme un grosso di buono spirito di nitro, ed altrettanto olio di vitriolo concentrato; (*b*) tenendo poscia quest' ultimo bicchiere per l'estremirà del manico, si versa in due o tre tempi, ma con brevissimo intervallo, ciò ch' ei contiene, si versa, dico, nel primo in cui v'è l' olio di Terebintina.

EFFETTI.

Nel momento stesso che si fa il miscuglio, si sente e si vede una violenta fermentazione nel bicchiere che contiene questi liquori; se ne solleva subitamente un fumo assai denso; in mezzo al quale si vede brillare ordinariamente una fiamma che slanciasi fino all'altezza di 15 in 18 pollici; ed appresso si sparge nel luogo dell'esperienza, un odor.

(*a*) Nomino quì l'olio di Terebintina come il più facile a trovarsi, e quello che costa meno; si può adoprare egualmente l'olio di guaiaco, l'olio di garofano, di cedro, di menta, di finocchio, ec. ed anche i balsami naturali, quello di Copahu, ed il balsamo bianco della Mecca.

(*b*) In luogo di questi due acidi mescolati insieme, si può servirsi di un' acqua forte citrina distillata alla maniera dell' Hoffmano, o di M. Geoffroi. *Vedi. Mem. de l'Accad. des Sc.* 1726. dove vi sono descrizioni curiosissime di tali esperienze.

odor forte aromatico che dura lungo tempo, e che è odor grato quand'è indebolito.

SPIEGAZIONI.

Gli olj essenziali delle piante, sì di quelle che portansi a noi dall'Indie, come di quelle che nascono in Europa, sono liquori molto inflammabili, che a ragione da' Chimici si considerano come una grande quantità di solfo esteso in un poco di flemma; vale a dire, che la materia del fuoco che vi si trova, come per tutt'altrove, non vi è ritenuta ed inviluppata se non da quella che ne contien d'avantaggio, e che è la più atta a ritenere esso fuoco sol quanto abbisogna, per avvivar la sua azione. Quando un acido violento s'impadronisce di questi olj, e li penetra da tutte le parti con prestezza, tutte le porzioncelle di fuoco irritate, per dir così, dal confricamento, e sciolte da' legami che le ritenevano avanti questa dissoluzione, si mettono in libertà, scoppiano da tutte le parti, e dissipano in fiamma tutto il più sottile della mistura; ed il più grossolano si esala in fumo, e in odore.

Quest' effetto, ancorchè maraviglioso, non differisce essenzialmente da quello, che abbiamo veduto nell'esperienza precedente; ell'è sempre l'azion del fuoco eccitata dalla penetrazion precipitosa di un liquore nell' altro, ma un' azione eccitata fino all'accendimento. Quantunque si potesse aspettare un tale effetto da questa cagione ben meditata; e' dovette non ostante riuscire uno spettacolo singolare e strano in Chimica, allorchè si vide nascere una vera infiammazione dal miscuglio di due liquori freddi.

E' qua-

E' quasi un Secolo che Becchero ed Olao Borricchio, il primo nella sua Fisica sotterranea, il secondo negli Atti di Copenhague, annunziarono questo fenomeno; ma o che non si fossero spiegati con bastevol chiarezza, o che mal si procedesse per imitarli, si lavorò lungo tempo in vano giusta quel ch'eglino avean detto, e si perdette il coraggio, quasi prima di poter ripetere la loro esperienza con riuscita. Finalmente nel 1698. M. de Tournefort giunse ad infiammare non già l'olio di Terebintina, come avean fatto gli Autori citati, ma bensì l'olio, tratto dal legno di sassafras per distillazione; e noi veggiamo dalle Mem. dell'Accad. delle Scienze per l'anno 1701. che il Signor Homberg, sì coll'esperienze sue proprie, che con le altrui, avea già ampliata questa scoperta, fino a stabilire per regola generale, che con uno spirito acido ben deflemmato si può infiammar tutti gli olj essenziali delle piante aromatiche, purchè queste piante sieno dell'Indie; perchè, diceva egli, quelle de' nostri climi non danno mai se non un olio, in cui è mescolato il solfo con un acido, che fa che non segua l'infiammazione. Questa restrizione fu tolta nel 1726. da M. Geoffroi, il quale mostrò con prove di fatto, che indifferentemente s'infiamma l'olio essenziale delle piante d'Europa, come s'infiamma quello degli aromati Indiani, adoperando un acido convenevole; e quel che Geoffroi facea vedere in Francia, lo pubblicava già in Germania l'Hoffmano, come una scoperta da lui poc'anzi fatta, benchè con un metodo alquanto diverso.

Altro più dunque non rimaneva per rendere generale questa nuova cognizione, se non se di trovare

vare un mezzo d'infiammar altresì gli olj grassi (*a*) ; ed a questo dopo lunga opera e fatica è giunto M. Rouelle. Tutto dipendeva da un giocolino di mano, che l'accidente arebbe potuto far trovare al più zotico, ma che questo valente Chimico ha sol ottenuto per via di cognizioni, e di riflessioni. Si sa che il nitro non si accende al tocco della fiamma, ma solo a quello di un corpo acceso: questa considerazione fe' pensare a M. Rouelle che per infiammare un olio sarebbe a proposito 1. ch' egli vi fosse disposto per mezzo di un certo grado di calore; 2. che lo spirito di vino di cui servivasi per procacciare quest' infiammazione, trovasse un carbone ardente, o vicino ad esser tale, per lo cui tocco egli stesso potesse infiammarsi; in luogo di gettare nell' olio tutt' in una volta il suo acido nitroso, il che non arebbe prodotto se non del calore o del carbone, lo versò in due o tre volte, vicine l' una all' altra: la prima porzione versata, o la seconda riscaldò l' olio, e ne mise una parte in carbone, e l' ultima porzione venendo a cadere, subito si accese al tocco del carbone, ed infiammò l' olio che era già prossimo ad infiammarsi.

Si può dunque infiammare l'olio di terebintina, che io ho adoprato nella nostra esperienza, con lo spirito di nitro solamente; e se vi meschio l' olio di vetriolo concentrato, lo fo solo per rendere l' effetto più sicuro: imperocchè impossessandosi facilmente quest' olio di tutta l' umidità, finisce di spogliar

(*a*) Per olj grassi o pesanti si intendono quelli estratti da' vegetabili per espressione, come l' olio di noce, quelli del seme di canape, di rapa, &c.

gliar della flemma lo spirito di nitro, e lo rende con ciò più atto all'effetto a cui si destina.

VII. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Mettete in una padella di ferro, o in un piatto di terra, sopra uno scaldino pieno di fuoco, quattr'oncie di miele comune, e due oncie d'allume di rocca, fatto in pezzetti; agitate il tutto con una spatula o con altra cosa equivalente, sin a tanto che il miscuglio sia non solamente fuso, ma ispessito alla consistenza di crosta, che avvertirete di staccare, e di ridurre in piccioli grani, affinchè si possa seccare più facilmente e più perfettamente.

Fatta questa prima preparazione, mettete di questi piccioli grani ben secchi in un piccolo matraccio, o vase chimico, quanto n'occorre per riempire i due terzi del ventre d'esso vase: collocate questo matraccio leggermente turato con carta, in un crogiuolo di tal grandezza, che possa tenere circa un dito di sabbia, di sotto, ed attorno del matraccio: attorniate il crogiuolo di carboni di un fornello, ed appicate il fuoco a poco a poco per dar tempo ai vasi di riscaldarsi senza rompersi, ed alla materia di purgarsi dall'umido, e da tutto il volatile che le resta.

Quando vedrete, che non uscirà più fumo dal collo del vase, accrescerete il fuoco sin a tanto che vediate fatta ben rossa la materia che è nel vase. Mantenete questo stato per un buon quarto d'ora, o per una mezz'ora, ed allor potrete trar fuori dal fornello adagio adagio il crogiuolo.

Solleverete poscia il matraccio, per cavarlo dalla sabbia in parte, e poco tempo dopo, ancora più.

Finalmente, levato via il turacciolo di carta, rovescierete l'imboccatura del vase su quella di un pic-

picciolo fiasco di vetro, e li terrete congiunti l' un all' altro con la mano, ed un pannolino ripiegato due o tre fiate, cui terrete bene stretto attorno, perchè non vi si introduca l'aria esterna, e la polvere ancor ben calda ed accesa, che cade dal matraccio, non scappi al di fuori. Lo che fatto, terrete il fiasco chiuso con un turacciolo di vetro ben adattato, per farne l'uso che segue.

EFFETTI.

Di questa polvere raffreddata, se ne gittate due o tre grani nella mano, o sopra della carta, un momento dopo ch'ella ha sentita l'aria, riscaldasi, e ciascun grano diventa un picciolo carbone ardente, su la cui superfizie si scorge nel buio una picciola fiamma violetta.

Questa spezie di Fosforo, che si potrebbe a più giusto titolo chiamare *pyrophoro*, poichè abbrucia ancora più di quel che illumini, conservasi per più anni, se si ha l'avvedimento di non fargli prender l'aria, e di non tenerlo in picciola quantità in un vase grande, ancorchè chiuso: ma quando si apre spesso il fiasco che lo contiene, o che non si è avvertito di tener il dito su l'orifizio, per non lasciarlo aperto suorchè in bisogno per farne uscire alcuni grani; a poco a poco questa materia perde della sua attività, e tutto il suo effetto si riduce a qualche leggier grado di calore, che già più non giugne alla infiammazione.

SPIEGAZIONI

Il Signor Homberg operando su la materia delle feci o sia degli escrementi umani, e se l' allume mescolati assieme con mire straniere al proposito nostro, si avvide che il caput mortuum di questa mistura distillata, raffreddato affatto, prendeva fuoco da sè, quando si dava libero ac-

cef-

cesso all'aria nella storta (*a*); ecco l'origine del Fosforo (*b*) o del pyroforo, di cui ho quì descritta la preparazione e gli effetti; se sostituisco il miele alla materia fecale, lo fo per risparmiarmi una fatica spiacevole che non è necessaria; imperocchè dopo questa scoperta, un poco di riflessione, e la stessa esperienza ha fatto conoscere, che si può egualmente riuscire mescolando con l'allume qualunque materia capace di dare per distillazione un olio fetido; così la carne, il sangue degli animali, il miele, la farina, ec. tutto vi è buono.

Per render ragione dell' accendimento repentino che quì nasce al tocco dell'aria libera, io credo di non poter far meglio, che addurre la stessa spiegazione che ne ha data M. Homberg; ella è plausibilissima, e niun Autore ch' io sappia si è provato a darne una migliore. " Per aver dic' egli, „ un idea verisimile della maniera onde questa „ polvere si infiamma, bisogna ricordarsi ch' ella „ è una materia fortemente calcinata dal fuoco: „ ella ha perduta in questa calcinazione tutta la „ parte acquosa che contenea, e la maggior parte „ del suo olio e del suo sale volatile; con ciò „ ha acquistato molti pori spaziosi, che le materie volatili sospinte dal fuoco han lasciati vuoti; di maniera che la polvere che resta dopo „ la calcinazione, consiste in un plesso spongio-

„ so

(*a*) Mem. de l' Accad. des Sc. 1711.

(*b*) Appar nulladimeno dalla Dissertazione Hombergiana, che ho citata, che nel tempo stesso ch' ei facea questa scoperta, taluno vi avea che impiegava come rimedio una spezie di sale, il quale avea la proprietà d' infiammarsi nell' aria.

„ ſo di una materia terriccia, che ha ritenuto tut-
„ to il ſuo ſale fiſſo, ed un poco del ſuo olio fe-
„ tido, ma i cui pori e loculi vuoti conſervano
„ per qualche tempo una parte della fiamma che
„ li ha penetrati durante la calcinazione, appreſ-
„ ſo a poco come accade alla calcina viva nella
„ ſua calcinazione.

„ Poſto ciò, conſiderar poſſiamo che il ſale fiſ-
„ ſo, ch'è in grande quantità in queſta polvere,
„ aſſorbiſce prontamente, al ſuo ſolito, l'umidi-
„ tà dell'aria che lo tocca, l'introduzion ſubita
„ dell'umidità dell'aria nei pori della polvere vi
„ produce uno ſtrofinamento capace d'eccitare un
„ po' di calore, che aggiunto alle parti della fiam-
„ ma conſervata in queſti medeſimi pori, compo-
„ ne un calore che baſta per accender il po' d'o-
„ lio, facilmente inflammabile, che ha evitato il
„ vigore della calcinacinazione, e che fa parte
„ della polvere.

„ Una prova di ciò è, che quando ſi conſer-
„ va queſta polvere in un vaſe non turato ben be-
„ ne, ella aſſorbiſce a poco a poco e lentamen-
„ te l'umidità dell'aria, che vi può giugnere; il
„ che non è atto a far tanto ſtrofinamento ch'ec-
„ citi alcun calore ſenſibile; e la polvere ſi gua-
„ ſta, di modo che non s'infiamma più, come
„ anco la calcina viva eſpoſta per qualche tempo
„ all'aria non ſi riſcalda più, perchè ha aſſorbito
„ a poco a poco una troppo picciola quantità d'
„ umidità alla volta, da cui non ſi è fatto un
„ baſtevole fregamento ch'eccitar poſſa calore. "

Quando ſi riceve alcuni grani di pyrophoro ſu la mano un po' umida per la traſpirazione, ivi più ſicuramente ſi accendono e più prontamente, che quando la pelle è più aſciutta; e quando ſi

esaminano con un occhialetto, un momento prima che appajono accesi, si veggono scoppiare ed aprirsi, e le loro scheggiette agitarsi, in quel modo che lo veggiamo coll' occhio in un pezzo di calce viva, sul quale siesi gettata dell' acqua per aspersione.

Questi due fatti, de' quali io sono sicuro, mal non confermano la spiegazione Hombergiana, e c' invitano a credere che l' umidità che regna sempre nell' aria, faccia rispetto a questi piccioli grani calcinati, quello che l' acqua opera nelle molecule dello spirito di vino, e l' acido nitroso in quelle degli olj essenziali: un fregamento notabile nell' introdurvisi, una pronta ed estrema divisione delle parti proprie del corpo dissolubile, e la libertà, al fuoco che racchiudono, d' esercitare la sua azione.

APPLICAZIONI.

Dalle tre ultime esperienze che ho riferite, si può raccogliere questa conseguenza, che quando le molecule componenti un certo volume di materia, ricevono urti o confricazioni che giungono a dividerle, o sia che questi moti nascano nella materia stessa da una cagione interna, o che vi si eccitino per l' introduzione di un' altra sostanza d' ordinario, ne risultano gradi di calore, che possono giugnere fino all' accendimento: dico, d' ordinario, imperocchè mi si potrebbe oppor l' esempio di alcune misture, nelle quali si fa un bollimento o scroscio, che piglierebbesi per una vera effervescenza, ma che sono tuttavolta accompagnate da un freddo, dimostrato chiaramente dal termometro.

Quasi tutti i liquori odorosi che si mettono ne' fiaschetti da tasca, od in quei che corredano le tol-

tollette delle dame, non sono altro che lo spirito di vino carico di qualche olio essenziale di pianta aromatica; tali sono le acque della Regina, di melissa, di spigo, quando si meschiano in sufficiente quantità coll' acqua; non si debbe alcuno stupire che questa mescolanza riceva tutt' in un tratto un grado di calor sensibile; in sostanza quest' è l' istessa cosa, che il da noi veduto nella quinta Esperienza.

L' acquavita ordinariá, ed il miglior vino, non fanno la stessa cosa, quantunque l' uno e l' altro liquore sia in parte spirito di vino, perchè, come ho detto di sopra, il calore non è causato se non per quanto l' acqua penetra lo spirito di vino, ed ella si discioglie per dir così; ma quando questo spirito è già sufficientemente esteso nella sua flemma naturale, o nell' acqua che vi si è aggiunta, non vi è più penetrazion da aspettare; nè per conseguenza nuovi gradi di calore.

La materia della traspirazione ha molto della natura dell' acqua o di quella dell' orina, questi due liquori mescolati collo spirito di vino si riscaldano sensibilmente; e per qual altra ragione in fatti si sente del calore alla pelle, quando ci siam fregati collo spirito di vino puro, o con qualche liquore da cui egli sia la base?

Se a qualcuno, per risparmiare alcune spese di trasporto, paresse esservi del vantaggio in ridur l' acquavite in spirito, rimettendovi in ogni caso la quantità d' acqua convenevole (*a*) quando il liquo-

M 2

(*a*) Per fare con dello spirito di vino e con dell' acqua un liquore simigliante appresso a poco all' acquavite, per la forza, o per il grado di dilatabilità, convien mescolarli nella proporzione di 3 a

quore fosse arrivato al luogo della sua destinazione; io non credo ch' ei dovesse dibattere lo scapito di volume, che si fa, e che giugne, come abbiam detto, fino a $\frac{1}{2}$; imperocchè è più che probabile che questo scapito o decadimento fassi a costo dell' acqua. Delle due materie, l' una delle quali penetra l' altra, è natural pensare che la più porosa, la più penetrabile sia quella che riceve l' altra ne' suoi pori; lo spirito di vino più leggiero che l' acqua è senza dubbio quello de' due liquori, che ha più vacui da riempire.

Tutti i vegetabili che fermentano, non mancano di riscaldarsi a proporzione del moto intestino che li agita: il vino che bolle nel tinazzo, il sidro e la birra che sforzano le botti, il gonfiamento e l' effervescenza delle cerase e degli altri frutti, schiacciati per fare de' ratafià, sono esempj familiari e sensibili di questa verità. (*a*)

Le parti costituenti di un misto essendo elleno stesse tante piccole masse composte di molti principj più leggieri, più volatili gli uni che gli altri; dacchè questi principj vengono a disunirsi colla fermentazione, quelli che sono i più adatti a svaporare, lasciano la massa di cui facean parte, e si dissipano nell' aria. Di là proviene l' odore forte, che sentesi nelle cantine, dove fassi il vino, od altre bevande; e generalmente appresso a tutti i corpi che con qualche gagliardia fermentano. Questi vapori sono talvolta così copiosi ed attivi,

3 a 2; cioè tre parti d' acqua sopra due di spirito di vino.

(*a*) Vedete la Dissertazione di M. de Reaumur citata di sopra, in cui quello che quì si suppone, è più ampiamente provato.

tivi, che si son veduti soffocare uomini ed altri animali in un istante.

Ma essendo che queste evaporazioni si fanno a costo di certe parti, e non egualmente di tutte, ne segue che la natura del misto in cui si fa la fermentazione, ne riceva un cambiamento notabile, poichè la dose o la proporzione de' principj non è più la stessa ch' ell' era; però si osserva che il gusto e l'odore ne son differenti, e spesso anco il colore, la consistenza, o la fluidità, ed altre qualitadi accidentali che dipendono dal nuovo coordinamento delle parti residue, o dai nuovi mutui rapporti ch' elleno hanno. Il vino che ha bollito e riposato, non somiglia più a quello che scola dallo strettojo.

In un misto che ha fermentato, le parti costituenti si compongono dunque di nuovo; e però che la natura adopera tanto più lentamente, quanto più durabile lavoro ella mira a fare; sol dopo un assai lungo tempo aspettar si dee uno stato deciso e fisso: però vediamo che i vini che sono stati tenuti in serbo con particolari cautele, sono migliori e più costantemente buoni che quelli della medesima qualità, ma più nuovi.

Si può dire, che la cosa va così per ordinario; ma la regola generale ha delle eccezioni che dipendono da più cause particolari, nel divisamento delle quali io non devo quì entrare. Osserverò solamente che nell'intervallo di tempo che una materia impiega a ricomporsi dopo d'avere fermentato, può accadere che questa operazione naturale sia sturbata da una nuova fermentazione, o sol da qualche evaporazione che vieppiù diminuisce la dose de' prindipj di una certa spezie, ed allora il nuovo composto non potrà essere tale

qua le sarebbe stato senza questo accidente: così il vino che dopo d' esser fatto si agita, si scalda o si altera, corre rischio di guastarsi, se ha solo i principj che gli fan d' uopo per essere buono; ed al contrario se ha alcuni principj soprabbondanti, dai quali si possa purgare, questa nuova fermentazione ajuterà a purgarnelo, e potrà renderlo migliore.

Quest' ultimo caso è il più raro; e per questo si fissano e serrano per quanto si può, i liquori fermentati nelle bottiglie di una capacità mediocre: questo mezzo è sicuro, quando il vase è ben chiuso, incapace di estendersi, come sarebbe una botte; e di bastevole solidezza per resistere allo sforzo che di dentro si fa; ecco quì una sperienza assai schietta, che lo prova.

In un tubo di vetro chiuso ermeticamente da un capo, versate una certa quantità d' olio di vitriolo, e di sopra fatevi scorrere adagio adagio altrettanta acqua comune. Dico, adagio adagio, affinchè i due liquori solamente si tocchino senza meschiarsi: tenete poscia il tubo serrato, o colla cima del dito, o con della cera, e sopravi un ritaglio di vescica ammollata, cui legherete fortemente; meschiate quindi i due liquori, agitando il tubo; non averete fermentazione, quantunque questa mescolanza sia capace di farne; ma se leverete il turacciolo, averete subito un' effervescenza considerabile.

Risulta da quest' esperienza e da quantità d' altre simili, che citar potrei, che la fermentazione, sopra tutto quella che debbe essere accompagnata di effervescenza, non ha luogo in un vase ben chiuso, e la ragione è ovvia; le parti de' liquori per fermentare, devono disunirsi, e trasportarsi

tarsi o mutar sito; per quest'effetto han bisogno di maggiore spazio di quel che occupano nel loro stato naturale: imperocchè ogni congerie o massa di corpo che si sconnette o scompone, estende i suoi limiti: se il luogo dove esse parti sono, è riempiuto; o da esse, o dall'aria che non possa ben cedere agli sforzi ch'elleno fanno per muoversi, saran contenute nel loro stato primiero, ed al più per un certo tempo conserveranno una disposizione prossima a fermentare, subito che n'avranno la libertà; il che da noi tutto di si vede all'aprir delle bottiglie di vino di Sciampagna, o di birra nuova.

Quello che chiamasi volgarmente *putrefazione*, non è altro che una fermentazione, la quale ha fatto più o men di progresso, e non conviene fuorchè a materie miste, a corpi le cui parti costitutive possono discomporsi: l'acqua pura, per esempio, non fermenta, perchè tutte le sue parti sono omogenee o quasi tali, e dopo un'evaporazione considerabile, quel che ne resta nel vase, è un aggregato di parti, in più picciol numero per verità, ma sempre essenzialmente simili alle svaporate. La corruzione che veggiam talor nell'acqua, è una prova certissima ch'ella non è pura, e che quello ch'ella contiene di straniero è una materia mista capace di alterarsi, di discomporsi.

Quantunque l'acqua pura non fermenti da sè, può però ajutare la fermentazione degli altri corpi. L'erbe e le piante sono molto soggette a marcire e scaldarsi; ma si osserva che questo ad esse avviene principalmente in queste due circostanze: 1. Quando si tagliano in istato di soverchia freschezza, o come dicesi, verdi verdi, e non sec-

che sul gambo. 2. Quando si tengono ammucchiate senza muoverle.

I luoghi delle piante verdi sono per l'ordinario parti grasse, e saline combinate in differenti maniere e distese in molta flemma: sicchè questa flemma (che, a propriamente parlare, non è altro che acqua) è copiosa, mantiene la mobilità degli altri principj, e la pieghevolezza delle fibre che han da cedere ai loro movimenti. In una pianta viva, questa funzione della parte acquosa, entra con effetto nelle mire della natura; ell'è un veicolo impiegato e diretto secondo le leggi della vegetazione: ma quando il taglio del ferro ha interrotta quest'economia, quando la pianta cessa di vegetare, allora ogni principio, come lasciato a se stesso, e non determinato più dalle cause che lo facean dianzi concorrere alla nutrizione ed all'accrescimento del corpo organizzato, a cui appartiene, resta in libertà di ubbidire a qualunque altra determinazione. In somma si possono considerare tutti gli altri principj di una pianta morta, relativamente alla flemma che li abbevera, come tante parti oziose nuotanti in una certa quantità d'acqua: se queste parti possono prontamente esalare, se niente si oppone al loro svaporamento, le più volatili abbandoneranno la massa, e le più fisse resteranno unite sotto un minore volume; tal è lo stato di una pianta che si secca.

Ma se non si fa questa pronta evaporazione, la parte acquosa, sempre molto abbondante, opererà come dissolvente su l'altre; ella le penetrerà, le dividerà, le agiterà in tutte le maniere; ed a vicenda questi principj sviluppati, e quasi aguzzati dalla divisione, porteranno altresì l'azion

loro

loro su i solidi, e seguirà una dissoluzion generale. Non potendosi fare tutto questo senza che la materia del fuoco si svincoli e si metta in moto, questa putrefazione debb'essere accompagnata da un certo grado di calore; ed ecco precisamente quel che veggiamo accadere ai legumi, alle foglie degli alberi, ed all'erbe fresche che si mettono in mucchio.

Con gran ragione adunque si procura di far asciugare l'erbe de' prati, dopo d'averle colla falce segate, distendendole, e rivoltandole più volte durante il maggior ardore del Sole: quest'avvertenza è sì necessaria, che quando si trascura, o quando il tempo cattivo ne impedisce gli effetti, il fieno non manca di riscaldarsi, e di prendere un sapor cattivo. Vien accertato eziandio, che talvolta s'è veduto concepir fuoco da per sè ne' fenili, e cagionare orribili incendj. Quello che dico quì del fieno, si debbe intendere di tutti i vegetabili, e della maggior parte de' frutti; quando perciò si vorrà serbarli a lungo, s'avvertirà di riporli sufficientemente secchi ed asciutti, e quando i loro sughi sono come fissati da un certo grado d'ispessimento; e si porrà mente che i solidi che li racchiudono non possano essere intaccati od ammolliti da alcuna esteriore umidità.

Senza questa ultima avvertenza, la stessa paglia più secca diventa letame; ed il letame, come ognun sa, non è altro che il letto de' cavalli, delle vacche, e degli altri animali, che si marcisce e fermenta cogli escrementi. Facendosi questa fermentazione con lentezza, il grado di calore che ne risulta, è leggiero, e può durare lungo tempo. Perciò si adopera con molta utilità, non solo per ingrassare le terre e fecondarle, ma ancora per riscal-

ſcaldare le ajuole de' verzieri, e procacciare innanzi tempo a certe piante la dolce temperatura, che una troppo tarda ſtagione non potria dar loro.

M. de Reaumur, ſempre attento del pari, ed ingegnoſo in rendere utile e vantaggioſa la Fiſica, ha fatta, non ha molto, un applicazione importante di queſto mezzo sì facile e così poco diſpendioſo. Ei ſe ne vale con tutta la buona riuſcita deſiderabile, per ſupplire al calore di una gallina che cova. Laſcia alle galline del ſuo pollajo la cura di far dell'uova, e le diſpenſa dalla briga di ſchiuderle: di quì avviene, ch'egli ha molte più uova che non avrebbe; perocchè ſi ſa che le galline non fanno ovi per tutto il tempo che covano, e anche di più: ci mette pertanto queſte uova in quanto numero egli vuole, in uno o più panieri piatti; mette queſti panieri gli uni ſopra degli altri in una botte, o in un barile coperto di una tavola ritondata, e cerchiato di letame nuovo: un uomo ſolo ha la cura, ed avvertiſce che il calore ſi mantenga ſempre appreſſo a poco eguale (a), ed a capo di 21.

(a) Per tal effetto, vi ſono tra le vuova uno o più piccioli termometri che ſi viſitano di quando in quando; quando il calore è troppo gagliardo, ſi dà un po' d'aria freſca, togliendo via per un momento quella tavola che ſerve di coperchio, o diſturando i buchi che ſi ſono appoſta fatti nella botte. Se all'incontro il calore diventa troppo debole, ſi aggiugne del letame più nuovo attorno della botte. La più eſſenziale cautela ſi è, veder che non regni umidità nella botte, e perciò biſogna ingeſſarla di dentro, e che queſta intonacatura ſia ben ſecca: il grado di calore più convenevole

21. giorni, termine ordinario dell' incubazione naturale, si vedono sciudere pulcini, i quai non conoscono madre, sotto l' ala della quale possano essere ricevuti; vi si supplisce, col farli passare dalla botte in una cassa lunga, pur attorniata di letame, affinchè i teneri polli scelgano da per sè il grado di calore che lor più si conviene.

Ecco qui per tanto que' famosi forni d' Egitto (*a*) tanto tempo invidiati da altre Nazioni, in vano desiderati e tentati dai Principi (*b*), eccoli dunque finalmente imitati, (direi quasi, superati, se si guarda alla facilità ed al poco apparato dell' operazione), con forni di letame. Quando si è veduta la cosa che diciamo, quando se n' è ammirata la riuscita, si viene quasi a stupirsi che siano stati così lungo tempo a trovarla, e che ella abbia dovuto essere il frutto delle ricerche di un grand' uomo: ma chi non sa, che noi ci dilunghiamo sovente dagli oggetti che cerchiamo, perchè non ci possiam immaginare che ci sieno così da presso? Vi è quasi tanto merito a far rien-

vole è 32. gr. nel Term. del Signor de Reaumur; ma alcuni gradi di più o di meno non guastano la bisogna.

(*a*.) Gli abitatori di Berme, villagio d' Egitto cinque leghe dal Cairo, sono da lungo tempo nell' uso di far schiudere polli in forni fatti a bella posta dagli ovi che a migliaja vengono lor portati; ed appo loro questo è un commercio considerabilissimo.

(*b*) Io ho veduto fare tredici o quattordici anni fa a Chantilli de' tentativi inutili a questo proposito; si usavano stufe con un fuoco di lamparna: più volte il pulcino s' è formato, ma non è mai venuto perfettamente a bene.

rientrare l'animo in se stesso e studiare cose semplici e familiari, per ivi raccogliere una verità che niuno si degna di cercarvi, quanto ve ne può essere nel dargli libera carriera, ed applicarlo a fare una scoperta, a cui parecchi altri pretendono.

I forni, ne' quai si mantiene d'ognora un fuoco grandissimo, quai sono quelli delle vetriere, o delle fabbriche di majolica, periscono intieramente e si disciolgono, per dir così, allorchè si spengono per riaccomodarli; se non si ha la cautela di chiuderne esattamente tutte le bocche e tutti i luoghi per dove l'aria potrebbe liberamente entrarvi. Questo è un fatto che ho inteso dagli operai stessi, e dai direttori di tali manifatture, e contro il quale io lì ho veduti cautelarsi. Gli effetti dell'aria umida sopra il pyrophoro del Signor Homberg, mentovato da noi nell'ultima Esperienza, ci mettono al caso di render ragione di questo fatto. Imperocchè siccome questa materia fortemente calcinata s'impossessa con avidità delle particelle acquee che la toccano, e perde per questo subito imbevimento tutta la sua consistenza, così la umidità dell'aria non mancherebbe di penetrare intimamente le spezie di mattoni, donde son fabbricati cotesti forni di dentro, se i loro pori estremamente dilatati dall'azione del fuoco non avessero tutto il tempo che lor fa di mestieri per ristrignersi, innanzi che si aprano per ristorarli.

Quì è il luogo di dire qualche cosa intorno alle meteore infiammate, che comunemente s'attribuiscono a certe esalazioni le quai s'accendono sotto varie forme nell'atmosfera, per fermentazione, o d'altra guisa: quell'è un argomento, che

che sarebbe difficile trattare a fondo, sopra tutto se ci prefigessimo non sol d'esporre, ma anche di spiegare tutti i fenomeni ch' ei presenta. Quasi tutti questi fuochi dell'aria imprimono più di spavento che di curiosità a' più di coloro che ne son testimonj; se alcuni hanno il coraggio di volere osservarli, questi effetti quasi sempre momentanei sfuggono dagli occhi i più attenti: e se si vuole prenderne cognizion sulla relazion altrui, l'amore del mirabile in una materia che già ne ha molto di per sè, altera bene spesso la verità delle relazioni, ed involge un fatto che è vero, in circostanze che nol sono, e che lo rendono inesplicabile.

Di quì è, che noi siamo tuttavia poco informati sopra questa parte della Fisica, che dopo tanti secoli provoca gli sguardi e l'attenzione degli uomini. Noi abbiamo solo congetture sopra le meteore infiammate; ed è ancor più facile attaccarle con sode obbiezioni, che difenderle con ragioni che soddisfacciano pienamente: congetture su la vera materia di questi fuochi; congetture su la maniera onde operano gli effetti che siam come sforzati ad attribuir loro; in somma incertezza per tutto.

Quanto alle materie che la natura impiega per queste grandi e spaventose operazioni, è naturalissimo il pensare che ella scielga tra l' esalazioni che si sollevano dalla terra, e che ascendono nell'atmosfera fino ad una certa altezza. Ciò che ci fa forza a crederlo, si è che questi fuochi sono più frequenti e comunemente più considerabili, secondo i luoghi e la stagione, in cui si fa che queste sorte d'esalazioni atte ad infiammarsi son più

co-

copiose; ne' paesi caldi, e nella state degli altri climi, nelle contrade dove il terreno è bituminoso, o meschiato di solfo, veggiamo più spesso che altrove, e che in altri tempi, simiglianti fenomeni.

Quelle piccole fiamme erranti, per esempio, che si chimano *Fuochi fatui*, ed alle quali i contadini ascrivono tanta malignità, si vedono d'ordinario sul fine della state, o sul principio dell'autunno ne' luoghi paludosi, e ne' cemeteri, ove la terra è grassa e sulfurea di sua natura, o per li cadaveri che racchiude; lo stato del luogo e quello della stagione determinano a credere ch' eglino sono nuvolette d' infiammazioni accese, o forse non altro che fosforiche, le quali fluttuano in balìa del vento, e continuano a splendere fin a tanto che la materia che contrtbuisce all' accendimento, sia consumata affatto, o che la luce ond' ella splende sia estinta.

Un viaggiatore male informato della strada ch' ei dee tenere, corre rischio di smarrirsi, o di cadere in qualche precipizio, se si ostina a seguitare questo bagliore incerto e vacillante; ma non già, come ben si vede, per la malizia della sua guida; bensì, perchè egli è mal rischiarato in luoghi dove d' ordinario vi son delle fogne e delle buche piene d' acqua.

Io duro fatica a credere quello di che ci assicura Roberto Flud, cioè che quando si viene a cogliere tai Fuochi, o quando si nota il luogo dove si sono calati, vi si trova una materia glutinosa; converrebbe adunque ch' ella fosse assai rarefatta, per sostenersi nell' aria così a lungo. Del resto se questa osservazione fosse ben accertata, non averemmo più da considerare questo fenomeno come

un

un fuoco, come un vapore acceso, ma semplicemente come un fosforo volante.

Non vi ha dubbbio, che tra un' infinità di materie differenti, che s' esalano dalla terra, ve ne son molte di lor natura infiammabili; i differenti odori che fansi sentire ne' giardini, vicino alle cloache, ne' letamaj, ed altrove, ci provano incontrastabilmente, che l' esalazioni sono di tutte le spezie; che l' aria si carica di sali, di solfi, di olj; di spiriti, non men di quel che s' imbeva di particelle acquose, delle quali sappiamo ch' ella è ripiena abbondantemente.

E tutte queste sostanze che noi sappiamo essere infiammabili, quand' elleno sono in liquori: nol son niente meno, allorchè vengono sottilizzate e ridotte in vapori. Quante piante aromatiche vi sono, delle quali si vedono infiammar l' esalazioni, qualor vi si appròssima una candela accesa in un luogo oscuro? La frassinella, per esempio, è a proposito per questa prova; e se si vuole ancor un fatto più strano, ricevasi in una grossa vescica asciutta e trasparente il fumo d' un poco d' olio di terebintina fatto bollire in un piccolo vase chimico sopra carboni ardenti. Piena che sia la vescica di questo fumo, ed aperta solamente con un foro largo come un picciolo scudo, se vi si presenta la fiamma d' una candela, tutto il vapore (anche raffreddato) s' accenderà subitamente, e più volte successivamente.

Per mezzo di simili Sperienze si tenta di spiegare que' fuochi che così spesso veggiamo, ad altezze considerabili nell' aria, ora sotto la forma di un razzo, che però son chiamati dal volgo *Stelle che filano*; ora sotto la figura di un picciolo globo raggiante di luce e che discende con una mediocre

ve-

velocità, che il popolo chiama *Stella cadente*. Queste apparenze sono, dicesi, cagionate da striscie o da nuvolette di vapori inflammabili che s' accendono, e la cui luce piglia questa o quella direzione, questo o quel grado di vivacità, secondo la posizione, e la natura delle materie che apprendon fuoco.

Non manca a ciò, perchè quadri cogli esempj sui quali il naturalista s' appoggia, altro che la candela la quale dee mettere il fuoco a queste materie combustibili, supposte pronte ad infiammarsi; ma sendo elleno atte nate a fermentare con altre materie, che possono essersi alzate dalla terra al par di esse, e potendo, come abbiam mostrato, queste fermentazioni giugnere sino all' accendimento, è si può ancora, senza esagerazioni nè temerità pensare che le une e le altre sien giunte alla stessa altezza per strade diverse, e che il fuoco che vi si scorge, annunzii il momento in cui elleno s' uniscono e si meschiano.

Che se queste deflagrazioni fornite di materie specificamente differenti, che sollevansi nel mezzo istesso senza mischiarsi fuorchè in certi casi, non potessero guadagnarsi la credenza del Lettore; se di più, queste fermentazioni infiammate, delle quali abbiam dato un esempio nella VI. Esperienza, non che provargli la possibilità di quelle che si suppongono nell' Atmosfera (sempre carica di qualchè umidità) gli rendessero anzi più sospetta questa supposizione, a causa della scrupolosa attenzione ma necessaria, che abbiam avuta d' impiegare solo materie ben scariche della flemma; non potterebbe il pregio o la spesa di proseguire nel divisamento delle ragioni che vorremmo dare degli altri simili fenomeni; imperocchè ver-

verrà osservando quanto moltiplichinsi i dubbj, e scemino le verisimiglianze, secondo che più c'ingolferemo nell'esame delle metore fulminanti.

Che cosa è mai quella luce viva, e subitanea che slanciasi da una nuvola dischiusa, e che chiamasi *Lampo*? qual è la cagione di quello strepito terribile, che sentiamo sopra delle nostre teste, che scoppia, e scroscia in mille modi, e che si chiama *Tuono*? Finalmente che cosa è quella materia che *fulmine o saetta* chiamiamo, che in un batter d'occhio rovescia gli edifizj più sodi, che incendia e disfà i corpi più duri, ed i cui effetti han del prodigio, non sol per la loro grandezza, ma ancora più per la loro singolarità?

Parecchi Autori si sono sforzati di rispondere a queste quistioni. Tra quelli che mi pajono essere meglio riusciti, si può leggere principalmente una erudita Dissertazione del P. di Lozeran Gesuita, la quale fu coronata dall'Academia di Bordeos nel 1726. Ivi si vedrà, come in quasi tutte le opere che trattano di quest'argomenro, non solo, che la materia propria dal tuono è composta di esalazioni che s'infiammano; ma vi s'imparerà ancora, com'ella si prepari nella nuvola, e per qual meccanismo ella scoppii e si schiuda. Se l'osservazione, la qual leggesi in una lettera a parte, nel fine della Dissertazione, è stata fatta da un uomo, che abbia veduto a sangue freddo, tutto quel ch'ei racconta, e se non vi ha egli messo cosa alcuna di sua fantasia; convien confessare che il P. de Lozeran non avea male indovinato; ed in quanto all'osservatore, ben si può dire che egli ha colta la natura in sul fatto.

Senza entrare in un divisamento così dilicato, supporremo, come si suol fare in genere, che la

materia del tuono sia un miscuglio d' esalazioni capaci d' infiammarsi, fermentando, o per l' urto e la pressione delle nuvole che i venti agitano e spingono violentemente le une contro le altre.

Quando una porzione considerabile di questo miscuglio viene a pigliar fuoco, fassi un' esplosione più forte o più debole secondo la quantità o la natura delle materie che s' infiammano, o secondo il più od il meno d' ostacoli, che oppongosi alla loro subita espansione.

Se l' infiammazione si fa d' una quantità mediocre di materie, e sull' orlo della nuvola; quest' effetto segue senza strepito, riguardo a noi; ne risulta sol uno scoppio, di luce, appresso a poco come se da lungi vedessimo una certa quantità di polvere, che liberamente s' infiammasse nell' aria aperta, e senza essere rinchiusa. Questi è il lampo che ci abbarbaglia, senza farci sentire alcun romore. Ma per un mero vapore che si accende lungi da noi, il lume è ben vivace e forte! E di quanto vapore mai v' è bisogno per dar esca a tutti questi fuochi successivi e continui, per lo corso talvolta di cinque o sei ore e di vantaggio! E come tante materie accese non spargono un odore, il qual giunga fino a noi, sopra tutto quando cade una pioggia abbondante dallo stesso sito, dove si fanno tutte queste deflagrazioni? Passiamo ad altri effetti.

Che se una maggior quantità di questa stessa materia viene a fermentare proprio nel corpo della nuvola; eccone subito una grande effervescenza, eccone ribollimenti, esplosioni; e se questa prima porzione scoppiando così, ne incontra una simile che non abbia tutto quel moto ch' è di mestieri per iscoppiare anche ella; l' avviverà con la

sua

sua azione; e questa seconda ne avviverà la terza; via via, di una in l'altra, farassi una fila d'esplosioni tanto più violente quanto queste materie saranno in più dense nubi avvolte. Così, dicesi, seguono que' colpi semplici, o raddoppiati, che sentiamo quando tuona, e gli echi de' quali possono anche accrescerne la durata.

La nuvola aperta delle grandi esplosioni, lascia sfuggire una parte di que' fuochi ch'ella rinchiude. Quante volte ciò accade, lampeggia, ed il replicato lampo è sempre più vivace de' precedenti, ed annuncia un colpo, cui però non sentiamo se non dopo alcuni momenti, perchè il romore, ed il suono non si trasmette con tanta prontezza, con quanta la luce.

Se mi chiedete, perchè tanti fuochi non riscaldano la nuvola, che li porta, e per quale ragione la pioggia che ne cade, non è calda? Io risponderò che probabilmente questa pioggia raffreddasi, travalicando l'aria, per giugnere fino alla terra. Ma se insistete, osservando che ognor quando piove, eziandio mentre tuona, vedesi dal termometro, che l'aria diventa più fredda; accorderò il fatto, e confesserò che questa è una vera difficoltà, su cui è bene riflettere: imperocchè; l'acqua che legittimamente si può sospettare d'essere stata fortemente riscaldata, non dee naturalmente rendere l'atmosfera più fredda di quel ch'ell'è.

Finalmente facciamo cadere il fulmine: ma prima che si vibri fuor della nuvola, veggiamo in digrosso le qualità che ei dee avere, per oprare non dico tutti que' strani effetti, veri o falsi, onde s'empirebbono volumi, se sol volessimo farne l'enumerazione; ma quegli effetti principali, che

ad ognuno son noti, e che sono come il fonte di tutti gli altri.

Ognuno sa 1. Che il fulmine viene sull' oggetto ch' ei colpisce, con una velocità quasi eguale a quella del lampo che le annuncia. 2. Che la sua direzione non è sempre quella di un corpo grave che ubbidisce liberamente al suo peso, poichè egli agisce lateralmente, ed eziandio dall' ingiù all' insù. 3. Ch' ei lascia segni di percussione violenta, come farebbe una massa durissima. 4. Ch' egli è capace d'incendiare, di fondere, di calcinare in un istante tutto quello ch' ei tocca, il che appena dal più attivo fuoco s' opererebbe. 5. Ch' ei può far perire animali, senza che appresso si vegga in essi alcuna ben chiara cagione di morte. 6. Ch' ei lascia sovente dopo di sè un densissimo fumo, ed un odore di solfo, che a lungo dura, e che lontano si estende.

Chiunque s' accigne a spiegare il fulmine, deve dunque fissare lo sguardo e l' attenzione a tutti questi effetti, e non proporre per cagione se non quello ch' è capace di produrli secondo le leggi stabilite nella Natura, e che le veggiamo seguitare nelle altre di lei operazioni.

Per render ragione della caduta precipitata dal fulmine, della sua forza percussiva, dell' incendio ch' egli cagiona, &c. non andiam dunque a figurarci, *globi di materie infiammate, che involgono e che comprimono un nucleo d' aria, per farne un corpo duro e sì pesante, che la velocità della sua caduta possa corrispondere alla grandezza del suo peso* (*a*). Saremmo, e con ragione, rimandati ai ru-

(*a*) Io qui non combatto errori immaginarj: que-

rudimenti della Fisica, per imparare, che l'aria è di tutte le materie a noi note la mano adatta a fare un corpo di un gran peso; che le materie infiammate la rarefanno, o la dilatano necessariamente, e non la condensano; che un tal corpo, se si dasse, eziandio se il suo peso fosse migliaia di libbre, non caderebbe niente più velocemente di un grano di tempesta; e finalmente che quand' anche avesse tutta la velocità che il peso può dargli, senza nè pur riflettere alla resistenza del mezzo, egli metterebbe sempre quattro secondi di tempi per fare una caduta di 240. piedi, il che non ha che fare colla velocità del fulmine. Se noi sposiamo congetture, procuriamo almeno, ch' elleno non colpiscano di fronte i principj più noti e più certi.

Qualunque opinione che si abbracci, fra tutte quelle che sin ora intorno a questa materia sono state poste (*a*), il fulmine è sempre un vapore

questo è quello che hò letto in sostanza in un' opera nuova, che non ha un anno di data. L' Autore è un uomo di merito che con la mia critica io non vuò già mortificare: ma la riputazione che ei sostiene benissimo nelle cose che più direttamente a lui spettano, potrebbe ingannare alcuni Lettori timidi; e per ovviare puramente a questo cattivo effetto io mi prendo la libertà di correggere le sue idee.

(*a*) Convien però eccettuare quella del Signor Marchese Maffei, il quale pretende che il fulmine non venga dall' alto, ma dalla terra: quest' uomo dotto è così fermo in quest' opinione, e crede di avere prove così forti per sostenerla, che non capisce, come alcun mai possa un' altra abbrac-

infiammato, che squarcia la nuvola ora per di sopra, ora per di sotto, o di fianco, che slanciasi con una velocità proporzionata alla sua esplosione, come la polvere, che infiammasi in una bomba, porta la sua azione ne' dintorni, quand' ella ha spezzato il metallo che la ritinea; il fulmine parte dunque, a ciascun colpo di tuono, che è preceduto da un lampo, ma non ferisce gli oggetti terrestri, se non quando scoppia in una direzione, che colà il guidi.

L' arrivar ch' egli fa con una inesplicabile prestezza, l' infiammare, il fondere, il consumare ciò ch' egli tocca, è l' effetto che noi concepiamo d' una violenta esplosione, e di un fuoco la di cui attività supera le ordinarie nozioni. Quando trattasi di estendere la nostra immaginazione, per cogliere idee, i semi delle quali, per dir così, ci son già famigliari; ci vuol molto meno per questo, che per passare tutt' in un tratto a idee nuove, a idee che non sono sostenute da verun esempio. Io so che un razzo, a cui s' appicca il fuoco, scagliasi nell' aria, e va a crepare a trecento o quattrocento piedi di distanza; questa immagine, benchè debole, mi ajuta a riguardar almeno come possibile l' arrivo quasi subitaneo di un fuoco, assai diversamente preparato nella mezzana parte dell'

at-

bracciarne; ben si vede ch' ei novera fra questi argomenti, le difficoltà che si può fare contro l' opinione comune, da noi seguitata; e che ei ne conosce al par di noi, e forse meglio di noi, tutte le parti deboli. Senza sottoscrivere nulladimeno al sentimento del Signor Marchese Maffei, piacemi d' osservare che un valentuomo ha asserito che il fulmine non è una materia infiammata che cada dalle nuvole.

atmosfera; e tutto quello ch' ei può fare quaggiù, o come fuoco, o come vapore penetrativo; incendiamento di legnami, fusion di metalli, suffocazion d'animali, &c.

Non trova già allo stesso modo la mente su che appoggiarsi, quand' ella considera que' grandi urti, quelle percussioni che pajono non aver battuto se non un luogo solo, ed i cui segni meglio somigliano a quelli che averebbe potuti lasciare una palla di cannone, o la caduta d'una rupe, che alle impressioni sempre più estese di un fluido che abbia urtato coll' ultima violenza; ho veduto io stesso di cotai colpi di saetta recenti, in muraglie grosse: l'effetto somigliava assai allo sprofondamento cagionato da un corpo durissimo, vibrato con somma forza. Ho vedute grosse travi infrante, su le quali il luogo della percossa era indicato da un segno nero, appresso a poco largo come la mano.

Guardiamici tuttavolta, per acchetar l'intelletto e la ragione su tai fenomeni, guardiamci, dico, dal supporre sorti e nati nella nuvola de' corpi duri e pesanti, delle solide masse, che corrispondono all' idea che abbiamo della forza percussiva del fulmine; di quelle *pietre di saetta*, per esempio, delle quali si pretende avere de' preziosi avanzi in più luoghi, e che agli occhi de' conoscitori sono tante pyriti, o pietre, la spezie delle quali è nota; bisognerebbe che queste masse fossero assai più grandi di quel che ci si mostrano, con tutta la velocità che si suppono in esse, per fare, come corpi duri, gli effetti che bene spesso produce un fulmine. Bisognerebbe in oltre, che si formassero nell' istante medesimo in cui cominciano a cadere; imperocchè come sostener si potrebbono in un fluido, che non può portare se non vapori?

Terminiamo di esporre l'opinione la più verisimile e più ricevuta, supponendo per l'effetto di cui si favella, che la materia del fulmine ognor della stessa natura che quella de' lampi, non ne differisca in quest'ultimo caso, se non se perchè è stata spinta fuor dalla nuvola innanizi d'aver fatta la sua esplosione. Simile alla bomba, che una carica di polvere caccia dal mortaio avanti ch'ella crepi; questa materia, quand'è arrivata in terra, scoppia e dirompe contro l'oggetto solido ch'ella incontra, lo sconquassa, lo rompe dove lo tocca; non lo infiamma, se non ha avuto il tempo di toccarlo abbastanza, di attaccarvisi avanti che scoppiare, e dissiparsi. Ben si capisce che un tale effetto non può seguire senza fumo, nè senza odore.

Dopo quanto ho quì detto circa le meteore infiammate, certamente mi sarà fatto il rimprovero d'aver gittate più incertezze che instruzioni nella mente del mio Lettore. Tuttavolta la mia mira è stata d'istruirlo, col mostrargli i luoghi deboli del sistema, ch'io esponeva, acciocchè s'egli non n'è soddisfatto più di me, sospenda il suo giudizio, come io sospendo il mio, e stiesi ognor pronto ad esaminare senza preoccupazione quanto verrà tentato da altri e prodotto in avvenire su quest'argomento.

Se qualcuno, per esempio, si accignesse a provare con una ben filata e connessa comparazione de' fenomeni, che il tuono è nelle mani della natura quello che l'elettricità è nelle mani nostre, che quegli effetti maravigliosi de' quali presentemente disponiamo a nostro piacere, sono piccole imitazioni di que' grandi effetti che ci atterriscono, e che tutto dipende da un medesimo meccanismo: se si facesse vedere che una nuvola

pre-

prepara dall' azion de' venti, dal calore, dalla mistura delle esalazioni, &c. è rimpetto ad un oggetto o corpo terrestre, quel che è il corpo elettrizzato in presenza ed a una certa prossimità di un altro corpo che non è tale; confesso che questa idea, se fosse ben sostenuta, assai mi piacerebbe; e per sostenerla, quante ragioni speziose non si presentano ad un uomo che è esercitato nelle sperienze dell' Eletricità? L' universalità della materia elettrica, la prontezza della sua azione, la sua inflammabilità e la sua attività ad infiammare altre materie; la proprietà ch' ella ha di percuotere i corpi esteriormente ed interiormente sin nelle loro menome parti; l' esempio singolare che abbiamo di quest' effetto nella Sperienza di Leyde, l' idea che si può legittimamente concepirne, supponendo un maggior grado di virtù elettrica, &c. tutti questi punti d' analogia che io medito da qualche tempo, cominciano a farmi credere, che si potrebbe, prendendo l' elettricità del modello, formarsi del tuono e de' lampi idee più sane e più verisimili che tutto quello ch' è stato sin al giorno d' oggi studiato e pensato: ma è ormai tempo di finire questa digressione, e di terminare il da dirsi su i varj modi onde si può eccitare l' azione del fuoco.

Uno ve n' è che la natura usa da se stessa, e che non ha bisogno dell' ajuto dell' arte, se non quando si vuol portarne gli effetti fino all' incendio. Il Sole, rischiarando la terra, mantiene un certo grado di moto nel fuoco, che appartiene a questo Pianeta; tutti i corpi terrestri, i cui minimi vacui sono occupati da quest' elemento, provano più o meno la sua azione, secondo che la loro natura ne li rende più o meno suscettibili, o

che

che il Pianeta che gli eccita, li guarda più o meno direttamente: e tutto è misurato in tal guisa, che siccome l'influenza del Sole non è mai senza effetto, il calore altresì che ne risulta, si contiene sempre ne' limiti, che son sempre assai lontani dall'incendiamento.

Ma que' medesimi raggi ch'eccitano sol un grado di calore assai limitato, quando si ricevono nell' ordine che hanno naturalmente fra essi, venendo immediatamente dal Sole, scaldano considerabilmente, abbruciano, infiammano e consumano i corpi su i quali si moltiplicano; il che si può fare per varj mezzi, de' quali darò alcuni esempj, cominciando dal più semplice.

VIII. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Ricevano otto o dieci persone nel medesimo tempo i raggi del Sole sopra specchi piani di tre o quattro pollici di diametro; e ciascuna d'esse procuri di far riflettere questi raggi su la pala di un termometro collocato in una maniera convenevole ad una distanza di dodici o quindici piedi. *Vedi la fig. 9.*

EFFETTI.

In poco tempo si vedrà il liquore del termometro ascendere molto al di sopra del sito dov'egli era avanti che ricevere tutte le immagini coincidenti del Sole.

SPIEGAZIONI.

Io non voglio considerare qui, se non l'effetto di molte immagini del Sole riunite, applicate nel medesimo tempo sul medesimo oggetto; rimettendo alla XV. Lezione quanto ho a dire intorno alla spezie di moto che attribuir si dee ai raggi solari, intorno alla causa ed alle leggi della loro riflessione, &c.

Cia-

Ciascuno de' specchi piani della nostra Esperienza, riceve un certo numero di raggi, una parte de' quali resta senza azione (almeno per l'effetto di cui trattiamo) a cagion delle imperfezioni inevitabili della superfizie riflettente; il resto è rimandato in uno spazio un poco più grande che lo specchio, per ragioni che dirò altrove; così il numero de' raggi essendo d'una parte diminuito, e l'azione loro indebolita, poichè è estesa e sparsa maggiormente, accade che il termometro, se non fosse esposto fuorchè ad una sola di queste immagini riflessa del Sole, riceverebbe meno calore, che se fosse esposto, come lo specchio, ai raggi diretti. Ma questo scapito o quest' indebolimento dell' immagine del Sole riflettuta, non è tanto notabile quanto si potria credere: veggiamo dalle Sperienze di M. du Fay, che la decima parte de' raggi solari, rimandati da uno specchio piano di un piede in quadrato, alla distanza di cento tese, avea ancor la forza di bruciare, quando si raccoglievano in un piccolissimo spazio, nella maniera di cui faremo quì appresso menzione.

Otto o dieci immagini del Sole simili a quelle delle quali ho poc' anzi favellato, sendo dunque riunite sopra un medesimo spazio, quantunque ciascuna d' esse sia un poco indebolita, tutte insieme producono un grado assai grande di calore; e ben si capisce, che moltiplicando così queste immagini, sul medesimo soggetto, si potrebbe riscaldarlo, sino a bruciarlo o fonderlo: imperocchè non è di questi raggi moltiplicati e riuniti come di molti raggi, ciascuno de' quali avesse un certo grado di calore. Una pinta d' acqua calda, moltiplicata otto o dieci volte nel medesimo vase, non farà ascendere il termometro oltre il segno che una sola

la

la far potrebbe; o se si vuole, che l'egualità de' volumi nell' esempio che ho dato, corrisponda meglio all' unità dello spazio che riceve i raggi, quattordeci libbre di mercurio non comunicano più di calore ad un picciolo corpo, che una libbra d' acqua scaldata al medesimo grado: laddove ciascun raggio solare è dotato di una possanza la cui intensione cresce per questo stesso perchè è ella unita con altre potenze simili.

IX. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La Figura 10. rappresenta uno specchio rotondo e concavo, di metallo, che ha circa due piedi di larghezza, e la di cui concavità fa parte di una sfera di cinque piedi di diametro. Si oppone questo specchio al Sole, in maniera che il suo asse A B faccia un angolo molto acuto co' raggi incidenti d' esso Sole.

EFFETTI.

Si scorge un cono di luce vivissima, la di cui base è appoggiata su la superfizie dello specchio, e se presentasi sulla sommità C di questo cono, qualche scheggia di legno, o qualche altro corpo combustibile, il fuoco vi si appicca nello stesso momento, lo che si vede dal fumo denso, e dalla fiamma che n'esce. Una lamina di piombo, o d' argento che tiensi con una lunga morsa, per alcuni istanti, nel medesimo sito, vi si liquefa e cade a gocce; le pietre vi si calcinano, e le materie che possono convertirsi in vetro, vi si vetrificano. Ma quanto a quest' ultimo effetto, poichè fa d' uopo tenere la materia in fusione per qualche tempo, convien ch'ella sia posta in un piccolo cavetto fatto in un carbone, che si tiene nel foco C.

SPIE-

SPIEGAZIONI.

Poichè i Geometri considerano il circolo come un poligono d' infiniti lati; e le superfizie han tutto quel che sono, dalla natura delle linee che le compongono; possiam riguardare la superfizie riflettente del nostro specchio, come un cumulo numerosissimo di piccoli specchi piani, insensibilmente inclinati gli uni agli altri, secondo la curvatura di una sfera; e supporre, finchè verremo altrove a provarlo come si dee, che ciascuno di essi ricevendo l' immagine del Sole, od un picciolo mazzetto di raggi luminosi da lui provegnenti, si trova appuntino rivolto in tal maniera che lo rifletta nel punto C, o lì molto da presso. Di qua si vede come tutte queste immagini sono raccolte in un piccolo spazio; ed essendosi fatto vedere colla Esperienza precedente, che molte immagini del Sole coincidenti nel medesimo luogo, accrescono ivi il calore a misura del loro numero, facilmente si capisce, che tutte le faccette che si possono immaginare in uno specchio concavo di due piedi di diametro, possono formare, per mezzo de' raggi ch' elleno riflettono, un foco tanto ardente che produca gli effetti de' quali ho fatto menzione.

Il non mai abbastanza ammirabile si è la grande attività di questo fuoco elementare, che in un istante prende tutta la sua forza, è in un istante la perde nè più nè meno; in questo medesimo foco, ove il metallo scorreva liquefatto, non vi resta alcun segno di calore straordinario, dacchè un semplice velo vien a nascondere lo specchio.

X. ES-

X. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Ricevete i raggi del Sole sopra uno di que' vetri, co' quali veggonsi gli oggetti più grossi che con la pura vista, nomati volgarmente *occhialetti* o *lenti*, perchè sono terminati da due superfizie convesse, ciascuna delle quali è una porzione di sfera. *Fig.* II.

EFFETTI.

Ad alcuni pollici lungi da questo vetro, s'egli è un poco largo, e molto grosso nel mezzo, voi vedrete la sommità di un cono di luce, la cui base sarà appoggiata su la superfizie posteriore del vetro, come quello dell' esperienza precedente aveva la sua posta su la superfizie anteriore dello specchio.

Nella sommità di questo cono, se esporrete qualche materia combustibile, come lesca, tela, feltro, &c. la vedrete fumare e pigliar subito fuoco.

SPIEGAZIONI.

Io quì pure mi esento dal far conoscere per qual ragione una lente di vetro raccoglie li raggi solari o la loro azione in un piccolo spazio; rimettendo questa Teoria alla Lezione la quale conterrà i principj della Dioptrica. Per ora mi contento di considerare questi raggi riuniti, per un mezzo diverso da quelli che ho precedentemente adoprati, e di trarne questa conseguenza, che in qualunque modo ciò segua, cotesto fuoco, concentrato, dirò così, diventa tanto più attivo, quanto è in maggior quantità raccolto in un piccolo spazio; che la sua azione trasmettendosi alle parti ignee che son nascoste, e quasi sopite ne' pori di una materia, le eccita, fin al segno di produrvi non solo il calore, ma anche un vero accendimento.

Non

Non si creda tuttavolta che quest' effetto nasca da qualche proprietà appartenente alla materia del vetro; tutto dipende dalla trasparenza e dalla figura; e ciò è tanto vero, che una massa d'acqua ben chiara, che agghiacciata in un vase che ha la forma d'una mezza lente, ed esposta un momento ai raggi del Sole, dopo d'averla staccata dalla sua forma o stampo, cagiona come il vetro della nostra Esperienza, un foco in cui si vede bruciarsi la tela, il legno &c. Io mostro la stessa cosa e in ogni tempo nelle mie Lezioni pubbliche con una massa d'acqua contenuta in un vase di vetro che ha la forma di una lente grande.

E nemmen della materia dello specchio dipende essenzialmente il foco ardente di cui abbiamo veduto gli effetti; ma bensì dalla figura e dal liscio della superfizie: manifestissima prova di quel che diciamo si è quella, di mettere il fuoco ai corpi combustibili, con specchi di gesso o di cartone dorato. Si son trovati eziandio degli oziosi e pazienti a segno, di far de' specchi con laminette di paglia trascelta, schierate e acconciamente incollate sur' una superfizie sferica concava, e con questa paglia così disposta mettere il fuoco ad altra paglia.

APPLICAZIONI.

Egli si ha per certo da parecchi, che Archimede abbia incendiata la flotta de' Romani, quand' eglino furono a Siracusa per farne l'assedio. E molti Storici che fan menzione di quest' avvenimento, dicono che ciò si fece per mezzo di certi specchi, i quali collocati su i ripari o forti ricinti della Città, raunavano i raggi del Sole in qualche dato sito di un vascello degli Assediatori. I Fisici, meno interessati nella verità del fatto

(per

(per più ragioni (*a*) dubbioso) che nella sua possibilità, si son divisi d'opinioni, perchè hanno formate idee differenti intorno alla costruzione de' specchi, ed alla distanza alla quale han dovuto operare.

L'effetto di cui si favella, divien di una difficoltà che lo può far credere impossibile, se si suppone uno specchio di una sola superfizie, il cui foco sia a una lontananza di sei o sette cento piedi, qual esser potrebbe appunto quello di una flotta che assedia una Città. Imperocchè allora bisognerebbe che lo specchio fosse di una grandezza a cui l'arte non può giugnere, moralmente parlando; ed eccone la ragione.

Sovvengaci quello che si è detto di sopra, colla scorta di M. du Fay; che tutti i raggi del Sole che son riflettuti da uno specchio piano, di un piede in quadro, si estendono e si slargano talmente dopo la riflessione, che a seicento piedi indi lontano occupano uno spazio incirca dieci volte più grande che lo specchio. Dal che segue che in un piede quadro di cotesto luogo illuminato dalla luce riflettuta, non vi è che la decima parte de' raggi, partiti dallo specchio. Un termometro sarebbe ivi dunque dieci volte meno riscaldato, di quel ch'ei lo sarebbe se fosse immerso in que' medesimi raggi ad una piccola distanza dallo specchio, *e. g.* di sette od otto piedi; ove l'immagine del Sole riflettuta non è ancor notabilmente ingrandita.

Consideriamo adesso lo specchio concavo d'una sola superfizie, il cui foco fosse a seicento piedi di

(*a*) Vedete su questo proposito la Differtazione di Bulfingero, che ha per titolo *de Speculo Archimedis*; e l'operetta inserita nelle *Mem. dell' Accad. delle Sc. per l'anno* 1747. di M. de Buffon.

di distanza, come diviso in più porzioni quadrate, simili allo specchio piano, di cui si favellava poc'anzi (*a*) bisognerebbe ch'ei ne comprendesse dieci, per raccogliere alla distanza di 600 piedi sopra uno spazio d'un piede quadro, tanti raggi, quanti ne vengon dal Sole sopra un solo de' suoi quadrati, e per conseguenza sarebbe necessario moltiplicare d'assai il numero de' quadrati, (che è tutt' uno) accrescere la grandezza dello specchio più di quel che sperar possiamo di poter mai fare; affine di proccacciarvi un foco che abbruci alla sopradetta distanza.

Si potria dunque tenere il fatto d'Archimede, non solo come apocrifo, ma anche per impossibile, se si avessero ragioni valide per credere che la flotta de' Romani non si avvicinò alle mura di Siracusa più da presso che 600 piedi, e che questo grande Meccanico non abbia avuto in sua disposizione se non uno specchio di un sol pezzo.

Ma non abbiamo assolutamente ragioni di credere nè l'un nè l'altro; anzi raccogliesi da' testimonj d'alcuni Autori (*b*) che la flotta Romana s'avanzò verso la Città fin a tiro di un dardo che si lanciava con una mano: il che dà l'idea di una distanza molto minore di 600 piedi; e si può le-

(*a*) Questa comparazione non deesi prendere rigorosamente, poichè ciascuna porzione quadrata dello specchio concavo, sarebbe ella stessa un piccolo specchio un po' concavo; ma essendo che questa concavità sarebbe poco sensibile, noi la computiamo per niente in una spiegazione che dee sol servire a far intendere quel che si ha in mira presentemente.

(*b*) Vedi la Mem. de M. de Buffon, citata di sopra.

gitimamente supporre che l'ingegnoso Archimede, in una Città ricca e corredata di tutto, siesi ajutato con più specchi, se non ha potuto con un solo venire a capo del suo disegno.

Del resto, considerando solamente la possibilità del fatto, possiamo assicurare di presente, su la fede della teoria e dell'esperienza, che con specchi, l'esecuzion de' quali non è troppo difficile, si può fare un foco ustorio che giunga più lontano di un dardo lanciato con la mano. Per evitare la spesa di uno specchio grande di metallo, la cui materia, ed il cui lavoro non può se non costare oltre misura, molti Fisici degli ultimi tempi si sono appigliati al partito di comporne con de' pezzi di specchi piani, attaccati come in un telaio, e schierati o volti in maniera, che sendo esposti al Sole, riflettevano tutti verso l'istesso luogo. M. de Buffon che ha molto perfezionato questo primo ritrovamento, n'ha fatto costruire ultimamente uno, gli effetti del quale hanno fatta una bella sorpresa a tutti i curiosi che ne sono stati testimonj. Questo specchio attualmente brucia del legno a duecento piedi di distanza, liquefà dello stagno a 150 piedi, e del piombo a 140 (a), ed il suo inventore crede, che gli farà operare l'istesso effetto, anche a maggiore distanza.

Dico il suo inventore, imperocchè quantunque M. de Buffon non sia il primo che abbia fatti de-

(a) M. de Buffon è stato ajutato per la costruzione di questo specchio, da M. Passement, i cui talenti son notissimi, particolarmente per ciò che riguarda gl'istrumenti di dioptrica, e di catoptrica, e per li telescopj di riflessione, de' quali ha dato un Trattato alcuni anni fa.

degli specchi ardenti di più pezzi, il suo però è talmente superiore agli altri per la grandezza de' suoi effetti, e per l'ordine della sua costruzione, ch' ei merita di passar per l'Autore di sì bella macchina, come Boyle passa per inventore della macchina pneumatica appresso molti, che per altro sanno che egli è stato in ciò preceduto da Ottone Guerik.

Una delle perfezioni che con ragione si ammirano nello specchio di cui parlo, si è che il suo fuoco può stendersi a differenti distanze, ciascuno de' piccioli specchi ond' è composto essendo mobile, e potendo facilmente fissarsi a varj gradi d'inclinazione, di maniera che cogli stessi pezzi si può fare uno specchio più o meno concavo.

Poichè i raggi del Sole, riflettuti anco da specchi piani, non perdono il poter che hanno di scaldare i corpi su i quali si fan cadere; si dee aspettar di vedere aumentato il calore in tutti i luoghi esposti a simili riflessioni; e per quest' effetto non è bisogno che vi sien di que' corpi lisci, e lustri, che noi chiamiam comunemente *specchi*. Quasi tutte le superfizie riflettono la luce, se non visibilmente, almeno in un modo impercettibile, che col tempo si fa sentire. Così un muro, particolarmente se è bianco ed eguale, una catena di monti o di rupi, una montagna, e generalmente ogni corpo solido opposto al Sole, è capace di rimandarne i raggi, e di causare aumentazioni di calore proprie di alcuni luoghi, e che non portano a conseguenza per la temperatura generale dell' atmosfera.

Le persone che tengono un calcolo o registro delle variazioni del freddo e del caldo di ogni stagione, osservando ogni giorno il termometro a

certe ore, devono dunque esaminare con attenzione se il luogo dove l'istrumento è collocato, riceva o nò raggi del Sole riflettuti da qualche edifizio, o d'altra guisa; imperocchè essendo questa causa accidentale variabile, a motivo delle differenti altezze del Sole, e per altri motivi; le osservazioni su le quali essa causa influirebbe, sentirebbono queste irregolarità.

Quando i raggi riflettuti si mescolano con quelli che vengono direttamente dal Sole, ne risulta un aumento di calore molto più sensibile ed efficace. Per questa ragione senza dubbio i frutti che vengono nelle spalliere, ed i legumi che si piantano o si seminano al coperto di una muraglia esposta al mezzodì, sono d'ordinario più presti a venire, e maturano meglio degli altri; ve n'ha alcuni, che senza un tal ripiego non si maturerebbono mai in certi climi.

Il viandante trova il calore nella State men sopportabile ne' luoghi bassi, cavi, o nelle valli, che su le altezze; perchè la massa dell'aria che ivi è scaldata come per tutt' altrove, dai raggi diretti del Sole, lo è di più da un infinito numero di riverberi o riflessioni, i cui effetti sono tanto più forti, quanto son più aridi i poggi od i colli, più ripieni di sassi scoperti, e più da presso vicendevolmente opposti.

Se il vetro della XI. Esperienze fosse molto più largo, riceverebbe e riunirebbe nel suo foco un maggior numero di raggi solari; e poichè una lenze di alcuni pollici di diametro ne rauna già abbastanza per bruciare, quali effetti non si dovrebbono aspettare da un corpo diafano, che con questa figura lenticolare, avesse un diametro di tre o quattro piedi? La Chimica che deve all'azione del fuoco

so quasi tutto il curioso ed utile ch'ella ci presenta, potrebbe sperare grandi ajuti e felici scoperte, se per mezzo di un simile istrumento potesse sostituire, in certe occasioni, il fuoco puro del Sole, a quello de' suoi fornelli, de' quali ella ha, per dir così, esausto e pienamente provato il potere.

Tali erano le lamentanze, e le brame de' Chimici, allorchè M. Tschisnausen, più opportuno che altri a dar loro orecchio (imperocchè Tedesco) produsse que' famosi vetri ardenti, i cui principali effetti sono descritti nella Storia dell' Accademia delle Scienze 1699. p. 90. M. il Duca d' Orleans, Reggente, pieno di zelo per lo progresso delle scienze e delle arti, ne comperò uno; di cui fece fare molte prove in sua presenza, e che dappoi servì in varj tempi a' Signori Homberg, Geofroi, &c. per molte Sperienze curiose, delle quali trovansi i risultati nelle Memorie dell' Accad. (a)

Questo vetro è attualmente a Bercì nella galleria del Signor Conte d' Ons-En-Brai; egli è convesso dalle due parti, ed è porzione di due sfere, ciascuna delle quali averebbe dodici piedi di raggio; egli pesa 160 libbre; e per dare un' idea dell' attività del suo foco, basterà dire che l' oro vi fuma, e si disperde in più picciole gocce impercettibili, che saltano da tutte le parti.

Abbenchè queste sorte di specchi trasparenti abbiano molto bene corrisposto all' idea vantaggiosa che erasene concepita innanzi tempo; ed abbenchè col mezzo loro si possa ottener effetti che non ci possiam promettere con un fuoco meno

 pu-

(a) 1702. p. 41. 1705. p. 59. 1707. p. 40. 1709. p. 162. 1711. p. 16.

puro, col nostro fuoco comune; si può nulladimeno considerarli come un rifugio poco accessibile, per gente privata, sì a cagion della spesa ch' esigono, come delle difficoltà che si trovano nel metterli in uso; appena si trovano in tutto un anno otto o dieci giorni, adatti a queste sorte d' operazioni; e non occor nè men sceglierli nella state; imperocchè (cosa che non si averebbe mai creduta, se l' esperienza non l' avesse fatta credere) i calori grandi pregiudicano notabilmente a questi effetti; in oltre si dura una immensa fatica in tenere sul foco le materie che vi si suol travagliare od agitare; e finalmente l' imbarazzo di maneggiare una tal macchina rende ancor maggiore e più difficile la dilicatezza delle manipolazioni, a cui sovente non regge la più rara industria di un artefice.

Lo strofinamento, od i colpi ripetuti, la fermentazione, e l' effervescenza, la riunione de' raggi solari, sono dunque i mezzi principali, co' quali vediamo cominciar l' incendio o l' infiammazione delle materie combustibili. Nella lezione seguente vedremo, come questo fuoco, una volta eccitato, esercita la sua azione su gli altri corpi, a che ridur si possono i suoi principali effetti; ed in qual maniera si può mantenerli, aumentarli, moderarli, e farli cessare.

LE-

LEZIONE XIV.

Si continua a trattare delle proprietà del Fuoco.

SEZIONE TERZA.

Degli effetti del Fuoco.

TUtti gli effetti del fuoco, quantunque ci sembrino in estremo variati e moltiplicati, possono riferirsi a questi due capi. 1. *Splendere* o *illuminare*: 2. *Rarefare i corpi*, vale a dire, estendere in un maggiore spazio le parti che li compongono, diminuirne o farne cessare l'unione o la coerenza. Di questi due effetti principali io non voglio quì spiegare e dichiarare, se non l'ultimo; l'altro appartenendo alla luce, di cui ho a trattare nel quinto Volume. Io mi propongo adunque di venir via via esaminando, e rintracciando l'azione del fuoco sopra diverse materie, d'additare i varj cambiamenti che sogliono risultarne, secondo la natura del corpo che si riscalda o che si accende.

Queste due cagioni combinate, voglio dire il grado di calore, e la scelta della materia che si riscalda, ci fan vedere negli effetti del fuoco così notabili varietà, che una mente poco circospetta potrebbe credere che la natura operi i contrarj per la medesima strada. Si ammolliscono infatti alcuni corpi a quello stesso fuoco, a cui altri s'indurano; nell'istesso fornello si vede scorrere queste e quelle materie, dove altre ch'erano molli s'indurano. Quel che diventa liquido per un certo grado di calore, s'addensa sin ad essere

un corpo duro, quando viene ſcaldato d'avantaggio. Un metallo ſi purifica al fuoco, mentre un altro vi ſi altera &c.

Queſti cambiamenti sì diverſi fra eſſi cominciano tutti, o ſono preceduti da un primo effetto che è comune a tutti i gradi di calore, ed a tutte le ſpezie di materia, ſulle quali ſi fa operare il fuoco. Avanti qualunque altro cambiamento, il corpo riſcaldato ſi dilata, la ſua maſſa ſi rarefà, il ſuo volume creſce; e la coſa va a queſto modo così generalmente, che il poter di penetrare e di rarefar tutto, può eſſere conſiderato come il carattere diſtintivo del fuoco; vediam bensì molte materie, che ne penetran dell'altre, a che le dilatano; ma non conoſco ſe non il fuoco, che s'inſinui ſenza eccezione in tutti i corpi, che renda la loro materia più rara, e che diſuniſca neceſſariamente le loro parti. Avvaloriamo queſta propoſizione con eſperienze deciſive; e per far vedere quanto una tal verità è ampia ed eſteſa, riſcaldiam de' liquidi e de' ſolidi e tra queſti ſcegliamo, per preferenza, i corpi più compatti, più duri, e quelli le di cui parti hanno più di rigidezza o infleſſibilità; il vetro, per eſempio, ed i metalli, affinchè il Lettore vedendo la dilatazione ben provata nelle ſpezie che pajon le men dilatabili, ſia come sforzato di conchiuderla a *fortiori* per tutte l'altre.

PRIMA ESPERIENZA.

Preparazione.

A, Fig. 1. è un vaſe di vetro formato di una palla cava, della groſſezza di un melarancio, od appreſſo poco, e di un tubo lungo dodeci o quindici pollici, il cui diametro interiore non ha che una linea: queſto vaſe è riempiuto di acqua colorata

rata

rata fino in *a*, dove si mette il segno con un filo annodato, o d'altra maniera, ma sempre così, che si possa mutarlo di luogo. Se si terrà con una mano questo istrumento, che molto somiglia a un grosso termometro, o se ne immergerà la palla per alcuni istanti, in un vase ripieno d'acqua vicina a bollire, si vedrà quello che segue.

EFFETTI.

Nel tempo dell' immersione della palla, si vede il liquore del tubo discendere precipitevolmente otto o dieci linee, e talor d'avantaggio, al di sotto del segno che è in *a*, e rimontar poscia un poco più alto di cotesto segno, subito che si è tolta la palla dall' acqua.

Se si rimette il segno, dove il liquore ha cessato di montare, e si ritorna ad immergere la palla, si vede ancora l'istesso effetto, e così più volte seguitamente.

Ma le ultime immersioni fan discendere meno il liquore che le prime, e questo liquore, nel rimontare, eccede il segno tanto più, quanto la palla è stata immersa maggior numero di volte, o quanto più lunghe sono state le sue immersioni.

SPIEGAZIONI.

Quando un corpo caldo ne tocca un altro che è men caldo, gli comunica del suo calore secondo certe porzioni, delle quali averò occasione di parlare in appresso; vale a dire, che il fuoco o la sua azione passa dall' uno all' altro, e continuerebbe a passarvi, se il tempo bastasse, fin che i due corpi uniti l'uno raffreddandosi, l'altro riscaldandosi, avessero acquistata una temperatura comune e nuova per tutti e due.

Così il fuoco che è nell' acqua del vase B, penetrando la grossezza della palla di vetro, che vi

s'im-

s'immerge, ne slontana o slarga le parti, ed accresce con quest' effetto la sua capacità: la palla divenuta maggiore riceve una proporzione del liquore che è nel tubo, il che cagiona un vuoto al di sopra del segno *a*.

Ma subito che questa palla è uscita dall'acqua calda, ell'è presto raffreddata, sì dall' aria che la tocca esteriormente, come dall' acqua ch' ella contiene, e che non ha avuto il tempo di riscaldarsi com' essa. Le sue parti si riavvicinano dunque, ella ripiglia a poco a poco la sua prima capacità, e non potendo più contenere la porzione di liquore ch' era discesa dal tubo, dee costrignerlo a rimontare verso *a*.

Il liquore infatti vi rimonta, ed anche un poco più alto; non già che la palla sia divenuta più picciola di quel che ell'era avanti la sua immersione, ma perchè l' acqua ch' ella contiene ha ricevuto un poco del calore del vetro, e quest' acqua essendo ella stessa suscettibile di dilatazione, come lo proverò, il suo volume n' è un poco accresciuto.

Questa ascensione del liquote nel tubo, al di sopra del segno, dà un nuovo grado di forza alla prova ch' io raccolgo dalla depressione preceduta: imperocchè il calore, ben lungi dal diminuire il volume dell' acqua ch' è nella palla (se per avventura alcuno il credesse) essendo capace al contrario di dilatarlo e di estenderlo, non è possibile attribuire ad altro che all' ingrandimento del vetro, quella depressione del liquore, che si scorge da bella prima nel tubo.

Dopo che il vetro è raffreddato, s'è di nuovo immerso la seconda o la terza volta nell' acqua calda; vi si dilata di nuovo, e si vede ricomin-

minciare tutto quello che dipende da questa dilatazione; nuovo ingrandimento della palla, nuovo abbassamento del liquore nel tubo.

Ma però che le immersioni moltiplicate danno adito al calore di comunicarsi sensibilmente all' acqua colorata della palla, questo liquore anch' egli rarefatto, cresce di volume, e non lascia nel vetro che s' ingrandisce, tanto vuoto quanto ne lascerebbe, se restasse freddo; donde avviene che la palla si riempie, tanto meno a costo del liquore che è nel tubo: la stessa cosa succede e per le stesse ragioni, se la palla, in luogo d' essere immersa un gran numero di volte continuate, vi s' immerge una volta o due, ma per un certo spazio di tempo.

APPLICAZIONI.

Quando io immergo nell' acqua calda l' instrumento, di cui ho dianzi favellato, la maggior parte delle persone che mi vedono fare questa Esperienza, s' immaginano sempre che la palla stia per rompersi, alla subita azione del fuoco ch' ella prova: si romperebbe infatti, se il vetro non fosse assai sottile, o se il calore l' attaccasse per una parte sola; imperocchè le parti ignee che fanno sforzo per penetrarlo, dilatando fortemente la sua esterior superfizie, avanti che l' interiore possa essere proporzionalmente estesa, non mancherebbono di causare una soluzione di continuità. Ciò si vede accadere tuttodì alle caraffe, od altri vasi di vetro grossi, che si espongono senza avvertenza al fuoco; od ai fiaschi ed altri vasi di cristallo, o di majolica, che s' empiono di un liquore caldissimo senza le dovute precauzioni.

Ma se tutti questi vasi sono assai sottili, ed il grado di calore al quale si espongono, dividesi e-

gual-

gualmente, e nel medesimo a tutta la lor superfizie, avvien di rado che si rompano, perchè tutte le parti quasi di concerto ed insieme tutte ricevono l'azione ripartita del fuoco, e slontanandosi in certo modo l'une dall'altre, per dar passaggio a quest' elemento, conservano fra esse l'istesso ordine che son solite avere.

Non è già che non si possa altresì dare un grado grande di calore ad un vase di vetro grosso, senza romperlo; quelle medesime caraffe che veggiamo fendersi al fuoco, quando vi si avvicinano senza cautela, si può tenervele, quando meglio vi si bada, fino a far bollire l'acqua che contengono: basta scaldarle a gradi e lentamente, affinchè la materia del fuoco e possa penetrare a poco a poco, e dilatarne i pori senza interrompere intieramente l'union delle parti. Così preservasi dalla frattura il bicchiere o la tazza che vuolsi riempire di un liquor bollente, scaldandolo prima col vapore, o con alcune goccie del liquor medesimo, che vi si fa scorrere e che si agita.

Del resto, se questi vasi fragili, nei quali si può impunemente far bollire dell'acqua con la mentovata cautela, non sono sempre pieni, si corre gran rischio di vederli screpolare, nel moverli; ed eccone la ragione. La parte vuota si riscalda molto più che quella che è piena; se l'acqua nell'agitarsi viene a toccarla; quest' acqua, quand' anche fosse bollente, raffredderà prontamente il luogo del vetro ch' ella bagnerà; ed allor la superfizie interiore, le di cui parti si condensano e si ravvicinano, non essendo più estesa in un modo proporzionato agli altri strati o suoli che forman la grossezza del vetro, succederà fra esse

qual-

qualche disordine, che manifesteraffi con una o più fessurette.

Un artefice che lavora di smalto, il quale per poca perizia riscalda un tubo di vetro molto denso al fuoco della sua lampana, rimane sorpreso in vederlo rompersi con iscoppio, subbito che ha ricevuto un certo grado di calore; egli deve incolparne una delle due cagioni testè accennate; o d'avere precipitosamente riscaldato un vetro grosso, cui dovea più risparmiare e difendere; o perchè questo vetro conteneva un' aria umida che non ha permesso che l' interna superfizie riceva un calore eguale a quello che gli si dava per di fuori. Basta insegnare a quest' artefice, che un tubo di vetro che è umido di dentro, o per essere stato bagnato, o per aver solamente servito di canale per un certo tempo all' aria dell' atmosfera, non si asciuga se non difficilmente; imperocchè egli sa per altro che la più picciola goccia d'acqua fa spezzare il vetro o lo smalto che è caldo: La sua morsetta leggermente umettata con saliva, gli serve giornalmente a tagliare, o a distaccare i pezzi, che ha lavorati.

Di qua forse è venuta la maniera di tagliare il vetro col fuoco e coll' acqua, cui fanno alcune oziose e destre persone così ben maneggiare e trattare, che vengono a capo di fare di un bicchiere una spezie di fettuccia come in forma di helice, le cui circonvoluzioni si separano, e si riuniscono mediante l' elastico della materia: *Vedi la Fig.* 2. Questi frastagli si fanno per mezzo di una meccia solforata, che scalda il vetro solo in una linea, o in uno spazio molto stretto, che si raffredda subito con una penna, o con un picciolo bastoncello bagnato; ed eziandio quando la

pri-

prima fessura apparisce, quelli che ne han la perizia, la guidano quasi sempre dove vogliono, con un ferro caldo; o con un piccolo carbone acceso. Io per me, quando ho da tagliare de' grossi tubi, o de' colli di qualche vase chimico, comincio, intaccando il vetro con l'angolo o taglio di una lima, e quindi con un pezzo di ferro angoloso roventato, e ch'io vi applico, riesco benissimo a far fendere il pezzo, secondo la linea che ho disegnata.

Il vasellame di majolica, o quel di terra verniciata, si fende pure al gran fuoco, quando vi si espone con inconsideratezza, non tanto per sè, quanto forse per lo strato di smalto o di materia vitrificata onde il vase è coperto e colorato; imperocchè se quest'intonacatura è di una certa grossezza, l'azione del fuoco troppo violenta, la fa tendere, e le parti abbandonandosi possono determinare quelle della terra cotta, alle quali elleno sono unite, a separarsi nè più nè meno. Ciò che mi farebbe così pensare, è che la majolica la quale si fabbrica per reggere al fuoco, è smaltata più leggermente che l'altra, e che ella allor regge ad un gran calore, quando il suo intonaco è aperto per un infinità di piccioli screpoletti che dan luogo alle parti ignee di dividersi e penetrare la terra in un maggior numero di luoghi. So pure, che la terra stessa ne vien preparata diversamente da quella della majolica ordinaria; ch'ella è più leggiera, più porosa, e meglio maneggiata e impastata: lo che da me si nota in riguardo allo smalto che la ricuopre; non si adduce se non come una cagione seconda o subalterna della qualità che ell'ha di resistere al fuoco.

Di tutte le materie fragili, delle quali si fan de'

de' vasi, niuno sostiene meglio l'azione improvisa del fuoco, che la porcellana; ciò si prova dall' uso delle tazze, nelle quali vediamo tuttodì versare del tè, o del caffè quasi bollente. Se la porcellana fosse così ordinaria come il vetro, sarebbe comodissimo il preferirla ad esso in molte occasioni, particolarmente ne' laboratorj di Chimica, dove le materie che si maneggiano, sono di tal natura, che non si può metterle nel metallo, e qualche volta ancor son meno atte ad essere riscaldate nella terra cotta, troppo porosa, e incapace di sostenere un grado grande di fuoco. Un artista perito, che s'accorge di questo bisogno, potrebbe procacciarsi de' vasi di porcellana, senza che quasi altro glie ne costasse, se non se il vetro di cui teme servirsi. Approfittandosi d'una scoperta di cui siam debitori a M. de Reaumur (*a*) basterà ch'egli empia di gesso passato collo staccio, il vase, cui vorrà convertire in porcellana, e lo porti al forno di un vasajo di terra, ei ne lo trarrà fuori, tal quale lo desidera, cioè simile affatto alla vera porcellana, per metà trasparente com' essa, capace di essere riscaldato precipitosamente, e di sostenere un grandissimo fuoco senza spezzarsi (*a*).

In

(*a*) Mem. de l'Acad. des Sc. 1739.

(*b*) Se alcuno vorrà far uso di quel ch'io qui accenno, convien che ei legga la Dissertazione di M. de Reaumur, per imparare certe particolarità pratiche, delle quali il divisamento non ha qui luogo. Due sopra tutto non sono da trascurarsi; la prima è la scelta del vetro: il più comune cioè il bruno o giallastro, riesce meglio del più bianco: La seconda è, mescolare del sabbio-

In riguardo al cambiarsi della capacità che interviene ai vasi che si scaldano, o esternamente, o internamente, convien osservare che la dilatazione della materia, che n' è la cagione, potrebbe farsi in modo ch' ella avesse un effetto contrario a quello della nostra esperienza. Se la palla che ho immerso, per esemplo, in vece d' essere regolarmente rotonda, avesse degli incavi simili a quello che d' ordinario si fa nella base delle bottiglie da vino: queste parti affondate, o scavate, dilatandosi, porterebbono il loro aumento di volume contro il liquore contenuto nel vase, e non mancherebbono di farlo ascendere verso l' orifizio; quando pur l' ingrandimento delle altre parti, che fassi per un verso contrario, non rendesse quest' effetto insensibile, o per eccesso o per compenso.

Saremo pienamente convinti di quest' osservazione, se riempiremo d' acqua una bottiglia sottile, che abbia la base bene scavata, o sprofondata; e di cui siesi prolungato il collo con un piccolo tubo ricurvo, e glutinato con della cera molle, o d' altra guisa, Fig. 3. Imperocchè se si versa dell' acqua quasi che bollente in C, si vedrà il liquore ascendere nel tubo con tanta prontezza quanto si è veduto discendere, quando ho immerso nell' acqua calda la palla dell' istrumento rappresentato nella Fig. 1. e se alcun pensasse che quest' effetto nasce dall' esersi l' acqua della bottiglia rarefatta per lo grado di calore ch' ella ha potuto ricevere, basterà rovesciar l' acqua ch' è in C, per vedere che questo sospetto è fallo; imperocchè subito vedrassi il liquore discendere nel tubo,

bione col gesso, appresso a poco in quantitadi eguali per rarefarlo.

bo, appresso a poco nel sito, donde egli era partito per inalzarsi: un effetto così pronto non può legitimamente attribuirsi al raffreddamento dell' acqua che è nella bottiglia.

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

La *Fig.* 4. rappresenta un istrumento, che chiamasi *pyrometro*, perchè si adopera per misurare in qualche maniera l' azion del fuoco. Egli è composto primieramente di una lampana o fiaccola da spirito di vino D*d*, guernita di più piccioli stoppini di bambagia, simili fra loro per la grossezza e per la lunghezza. In 2. luogo, di molte leve chiuse in un cassettino cilindrico di vetro E F, e che si corrispondono, in maniera che ricevendo il moto del pezzo G, lo trasmettono per via d'una porzione di ruota dentata, e di un rocchello, ad un ago, o spillo H*h*, che percorre orizontalmente un cerchio diviso in 200 parti eguali.

Il braccio di queste medesime leve, ed il raggio dello scontro dentato col rocchello ch'ei guida, sono talmente proporzionati, che il pezzo G, avanzando un quarto di linea, fa fare all' ago un giro intero; e però, che la circonferenza del circolo ch'ei percorre, ha ducento gradi, ciascuno de' quali è grande abbastanza per essere diviso in due in un' occhiata dell'osservatore attento; egli è evidente che il pezzo G non può avanzare la 1600ma, parte di una linea, senza che un non se ne accorga per lo moto dell' ago.

Un cassettino mobile, fatto appiè dell' istrumento, contien de' cilindri diversi di metalli, tutti eguali in lunghezza, e de' quali si è resa

la grossezza eguale, facendoli passare per la stessa traffila (*a*): ciascuno è terminato da una parte con una vite che si addatta al pezzo G, mentre l'altra estremità è fermata e sostenuta dal piliere o colonnetta I, come si può vedere dalla Fig. 4.

Si mette così successivamente il cilindro di ferro, e quello di ottone: si accendono tutti gli stoppini in una volta (*b*), e si conta col mezzo d'un oriuolo, o di un pendulo da secondi, quanti gradi percorre l'ago in un dato tempo.

EFFETTI.

Nello stesso momento che la fiamma de' stoppini comincia la sua azione sopra il metallo, si vede l'ago mettersi in moto, e percorrere i gradi con una tale velocità, che nello spazio di un mezzo minuto se ne contano circa 580, se si fa l'esperienza col cilindro di ferro, e 960, se con quello di rame giallo, ciò che sta appresso a poco (*c*) nella ragione di 3 a 5.

Se

(*a*) I cilindri da me adoprati hanno tutti puntualmente la medesima lunghezza, che è di circa sei pollici, ed il medesimo di diametro, di tre linee.

(*b*) Con un pezzetto di carta accesa che si passa rapidamente, tutti gli stoppini già umettati di spirito di vino s'accendono in men d'un secondo.

(*c*) Io mi esprimo così in numero rotondo; e non pretendo di determinare precisamente le dilatazioni rispettive de' metalli; ciò dipende da una serie numerosa di Sperienze dilicate, che non possono entrare in questi nostri Elementi. Il Lettore curioso d'informarsi di questa materia con più d'ampiezza e di fondo, può vedere i Commentarj

Se si spengono gli stoppini della lampana, subito si vede retrogradare l'ago; e percorrere per verso contrario tutta la strada ch' egli aveva fatta precedentemente; questa retrogradazione si fa da prima con assai di velocità: ma poi si rallenta, e divien così poco sensibile sul fine, che non si finisce se non a capo di un tempo notabile, e più o meno lungo secondo la temperatura del luogo dove si fa l'esperienza.

Spiegazioni.

I metalli, anche i più compatti e più duri, sono porosi; la loro porosità è tale, che certi liquori li penetrano e li dissolvono. Il fuoco che scorre dagli stoppini accesi è un fluido più sottile, e più penetrante, che tutti i liquori a noi cogniti: egli si insinua dunque nei cilindri di ferro, e di rame della nostra esperienza, e mette in azione le parti del fuoco che sono alluogate naturalmente fra le parti proprie del metallo; e per queste due cagioni, cioè per l'introduzione di un fuoco straniero, e per l'espansione di quello che appartiene al metallo, i cilindri devono dilatarsi, ed estendersi in tutte le loro dimensioni.

Ma conciosiachè vi son più parti dilatate sulla lunghezza, che sul diametro, l'allungamento si dee far meglio sentire, che l'aumentazion di grossezza, per ciò si attacca fissamente il cilindro da una delle sue estremità in G, affinchè tutta la quantità ond' ei si allunga, portisi contro il pezzo D, a cui è unito dall'altro capo; così i due moti

tarj di M. Muschenbroek sopra le Sperienze dell' Accademia *del Cimento*, Tom. II. ivi egli troverà un lungo e curioso divisamento di prove fatte col *pyrometro*, di cui questo dotto Filosofo è il primo Autore.

innanzi e indietro del pezzo D, sono effetti necessarj, e prove incontrastabili dell' allungamento del cilindro scaldato, e dell' accorciamento ch' ei soffre raffreddandosi.

Se tutti i metalli non si dilatano egualmente al medesimo grado di fuoco, e nel medesimo spazio di tempo, convien cercarne la ragione nelle lor differenti densità, nella lega e tenacità più o men grande delle loro parti, nella dose più o meno forte delle parti inflammabili, che la natura ha meschiate cogli altri loro principj, nella varia distribuzione de' loro pori, &c. tutte ricerche sottili, e complicate, che non per anche si sono gran fatto promosse.

Dacchè gli stoppini della lampana sono estinti, il fuoco che è entrato nel metallo, svapora al di fuori, e l' azion di quel che resta non essendo più sostenuta, a poco a poco rallentasi, il che fa che le parti del metallo di nuovo si accostino mutuamente, e che il cilindro raffreddandosi, ripigli la sua prima grandezza.

Ciò segue da prima con molta prontezza, perchè il metallo ancor dilatato, lascia più liberamente sfuggire le parti soprabbondanti di fuoco, ond' è penetrato; e perchè l' aria ambiente, considerabilmente meno calda ch' esso, le riceve e le assorbisce, per dir così, con avidità; ed appresso, non sussistendo più queste ragioni, gli ultimi gradi di raffreddamento e di condensazione, non si terminano che con molta lentezza.

APPLICAZIONI.

Quello che noi veggiamo quì seguire per lo foco della lampana applicato a piccioli cilindri di ferro e di rame, segue nè più nè meno, serbata la proporzione, in tutti i metalli che si scaldano,

dano, in qual che si voglia guisa. La lama di una sega che non si fa abbastanza di *strada* (*a*), cioè che ben non divide o taglia, si addensa o ingrossa ne' corpi duri, per lo calore che le dà il confricamento, e travaglia e stanca molto colui che l' adopra. Così pur è de' succhieli, de' trivelli ed altri ordigni, che si riscaldano nel lavoro, e che si trovano impegnati in materie, che duran fatica a cadere all' aumentazione del loro volume, e che si gonfiano pur per la cagione medesima.

Ogni metallo esposto all' ardore del Sole, si dee dunque estendere; e noi abbiamo una prova sensibilissima di quest' effetto nella Machina di Marlì, ove il moto delle trombe alluogate e fissate sur la montagna, vien dal fiume, e si comunica per via di sbarre o spranghe di ferro accozzate e legate assieme a modo di forca, e sostenute di spazio in ispazio da leve mobili sur un de' lor capi; tutte queste sbarre, dal maggior freddo dell' inverno, fin al maggior caldo della State, variano talmente di lunghezza che si è dovuto fare diversi fori nel luogo dove si congiungono, per poter allungare od accorciare la catena ch' elleno formano colla loro unione, facendo entrare più o meno l' estremità di una spranga nella forchetta dell' altra, dove fermasi con un cavicchio. Quando anche una sbarra di ferro di sei piedi non si allungasse se non due terzi di linea dal gran freddo al gran caldo; nell' estesa di cento pertiche

P 3 (toi-

(*a*) Si fa *strada* a una sega; allontanando un poco i denti d'ambe le parti, del piano della lama; oppure si prepara la lama in modo, che sia più grossa dalla parte della dentatura, che nel resto della sua larghezza.

(toises) l'allungamento ascenderebbe a più di sei pollici (*a*); e questo basta per fare ognuno accorto a conoscere, quanto il moto delle animelle o degli stantuffi sarebbe disordinato o cambiato, se questa lunga catena che lor comunica esso moto, soggiacesse, senza correzione, alle alterazioni che le varie temperature dell'aria vi possono cagionare.

Gli orologj da campanile, e generalmente tutte le macchine, che non sono, o lo sono imperfettamente, difese e al coperto del grand'ardore del Sole, devono per necessità risentirsene per quel che riguarda il lor libero moto; le travi si allungano, e fan cedere i rialzi o gli appoggi degli arpioni; i gangheri si ingrossano, e son più serrati e stretti ne' loro buchi, i diametri delle ruote crescono, e i denti prendono maggior incaglio. Egli è vero che il coperto, o la cassa, che rinchiude e che sostiene questi pezzi, si ingrandisce pure in tutte le sue dimensioni; ma se quindi forse nascono alcuni risarcimenti che conservano le proporzioni o relazioni tra certe parti, è altresì possibile che questi effetti vadano a contra pelo per altre le quali ne son considerabilmente sconcertate. Chi sa eziandio, se il calore della cassa cambiar possa in parte l'andatura di un buon oriuolo, colla sola alterazione delle dimensioni ch'esso calore può causare ne' pezzi, de' quali è così precisa la giustezza e grandezza.

Quello ch'io dico in forma di sospetto, in riguardo a un oriuolo, posso affermarlo positivamente quanto ai penduli, o sia agli orologi, il cui moto è regolato dalle oscillazioni di un corpo grave.

(*a*) Hist. de l'Accad. 1689. p. 61.

grave. Parlando io altrove (*a*) di questa spezie di moto, e dell'applicazione che n'è stata fatta dal Signor Huygens, ha notato, che trovatosi il mezzo di rendere uniforme e costante la duratura delle oscillazioni, mercè la natura della curva che elleno descrivono, ancor v'era da temere che quest' isocronismo fosse sturbato dai cambiamenti che il caldo ed il freddo causar potrebbono nella lunghezza della verga del pendulo. In fatti questa verga essendo di metallo, e per conseguenza, atta a condensarsi e a dilatarsi, come la passata esperienza il dimostra, si può aspettare ch' ella si allunghi ne' luoghi caldi, e che al contrario venendosi a raffreddare si diminuisca nella lunghezza (*b*).

Si è pensato di poter per avventura rimediare a quest' inconveniente, con opporre a se stessa la cagion fisica donde ei procede, cioè, con far sì, che l' istesso calore che allunga la verga del pendulo, di altrettanto ascender faccia il centro del corpo grave, ovver discendere sulla verga medesima il punto fisso, attorno di cui si fan le oscillazioni.

M. Graham (*c*) sembrami essere il primo, a cui siesi parata dinanzi alla mente quest' idea, e che abbia cominciato a metterla in esecuzione. In luogo d'attaccare all'estremità della verga una palla, od una lente solida, come si suol fare, ei vi mise per corpo grave un astuccio, o vase ci-

(*a*) Tom. 2. pag. 207. e seg.

(*b*) Convien vedere nel luogo quì sopra citato, come la lunghezza del pendulo influisce su la durata delle oscillazioni.

(*c*) Famoso oriuolajo di Londra, e membro della Società Reale.

lindrico, cui riempì quasi intieramente di mercurio; ed ecco, (*a*) come egli raziocinava su questo proposito. " Se da una stagione all'altra, dic'
„ egli, la temperatura varia tanto che cambii
„ sensibilmente la lunghezza della verga del pen-
„ dulo, la stessa cagione non può mancar di au-
„ mentare, o di sminuire l'altezza del cilindro di
„ mercurio, dilatandolo o condensandolo; ella fa-
„ rà dunque ascendere il centro d'oscillazione che
„ è necessariamente in questa massa fluida". Supponendo per esempio, che la verga lungata dal calore faccia rinculare il punto B dal punto A fig. 5. un quarto di linea, se il mercurio riscaldato all'istesso grado, si dilata per tal modo, che il punto B centro di gravità, o piuttosto di oscillazione, monti o si alzi precisamente un quarto di linea, questi due effetti manterranno sempre la stessa distanza tra A, centro del moto, e B centro d'oscillazione, il che basta per conservare l'isocronismo del moto. Qui dunque basta mettere in convenevole proporzione questi due effetti che van per contrario verso; e ciò dipende dall'altezza che darassi al cilindro del mercurio; imperocchè quanto più egli sarà lungo, tanto più il suo centro di gravità, o qualunque altro punto preso nella sua massa, farà cammino, o salendo, se vi è rarefazione, o discendendo se vi è condensazione.

Dopo tale invenzione proposta da M. Graham, altri han pensati e posti in pratica mezzi ancor più comodi per giugnere agli stessi fini, a' quai mirava questo valente e dotto Artefice; cioè per far sì, che la cagione, onde cambiasi la lunghezza della verga del pendulo, nel medesimo tempo e proporzionalmente facesse variare per verso contra-

(*a*) Transact. Philos. 1726. n. 392. art. 4.

trario l'altezza del corpo grave nel quale trovasi il centro d'oscillazione. Nel 738. M. Julien le Roy in Parigi, e M. Ellicot in Londra, approfittandosi del risultato dalla nostra esperienza, per cui sapevasi che il ferro ed il rame od ottone riscaldati al grado istesso, si dilatano con proporzioni le quali son fra esse, a un dipresso, come tre a cinque, impiegarono ingegnosamente, benchè per modi di procedere diversi, l'allungamento dell'ottone, per rimediare a quello di ferro, di cui d'ordinario si fa (*a*) la verga del pendulo.

Il primo termina la verga del suo pendulo che è di ferro, con un piccolo telajo A B fig. 6. composto nell'alto e abbasso, di due traverse di bronzo inflessibili, e per gli stanti di due fasce o lamine elastiche, sottilissime; queste due lamine entrano e non hanno se non quel poco di moto libero che occor loro, per salire, e discendere, sdrucciolando in un pezzo fenduto C D, che è solido ed attaccato al corpo dell'orologio. In tutto è sospeso ad una verga di ferro *ef*, affissa alla parte superiore di un tubo di ottone, che è rappresentata aperta in parte, e che riposa sul pezzo C D.

Quando il calore dilata le due verghe di ferro *fe*, *bg*, che si debbon considerare come una, perchè sono congiunte per mezzo del telajo A B, ei tende a far discendere la lente, ed allontanarla dal pezzo C D, dov'è il centro del moto, il che renderebbe il pendulo più lungo di quel ch'egli è; ma questo medesimo calore adopera sul tubo di ottone, all'estremità del quale v'è il punto di sospen-

(*a*) Di ferro veramente questa verga dee farsi, piuttosto che di acciajo, il quale molto più si dilata.

ſpenſione ; e però che il ſuo allungamento ſi fa da giù in ſu, ei tende a far montare la lente ; ſe la lunghezza di queſto tubo è a quella compreſa tra *fg*, come la dilatazione del ferro l' è alla dilatazione del rame, cioè in proporzione di 3 a 5, il ſuo allungamento da giù in ſu, deve pareggiare quello delle verghe di ferro, che faſſi dall' insù all' ingiù, e mediante queſta compenſazione la diſtanza è ſempre la ſteſſa tra il centro d' oſcillazione *g*, e quello del moto D.

M. Ellicot fa la verga del ſuo pendulo di un pezzo di ferro piatto ed aperto in forma di forchetta della metà, o dai due terzi della ſua lunghezza ſino abbaſſo, fig. 7. empie il vuoto, che queſta forchetta fa, con una lamina d' ottone *ik*, che quando per lo calore s' allunga, debb' eccedere di $\frac{2}{5}$ l' allungamento cagionato dall' iſteſſo calore nelle due parti della forchetta, fra le quali eſſa lamina è alluogata. Egli ſi vale di queſt' *eceſſo* per far movere due picciole leve *lm*; *ln*, che hanno il loro centro di moto in *o* ed in *p*, e per cotal mezzo le due braccia *m*, *n*, ſollevano due biſcheri, o due viti *q*, *r*, col di cui mezzo portano il corpo grave, che quì è una palla rappreſentata dalla ſua ſpaccatura o ſezione diametrale; così il centro d' oſcillazione tende a ſalire per la ſteſſa cagione, che farebbe allungare la verga; e ſendo che le viti *q*, *r*, poſſono avanzare più o meno ſu le braccia delle leve *m*, *n*, ſi può a talento proporzionare queſti due effetti fra loro.

Se io ſcriveſſi un Trattato degli Oriuoli, non mancherei di far conoſcere più per diſteſo, quel che parecchi artefici, e dotti meccanici han di più eſcogitato per rimediare all'allungamento del ferro per mezzo di quello del rame; con la mira di ren-

render costante la lunghezza del pendulo; esaminerei in oltre il forte ed il debole di queste invenzioni, e ne direi il mio parere; ma quì non mi conviene inferire se non quel tanto che direttamente e prossimamente si riferisce all'esperienza da me impiegata, per provare che il caldo ed il freddo fan sensibilmente variare il volume di un pezzo di metallo: ed affinchè non si creda che questi ultimi esempi, che ho poc'anzi citati, sieno invenzioni più curiose che utili, addurrò l'osservazione de' nostri migliori Astronomi, cioè che col nuovo pendulo (quello, la cui lunghezza è costante) d'ordinario un orologio da osservazioni non varia se non due secondi dal maggior freddo al maggior caldo; laddove è raro che trovisi meno di 20. secondi di svario, con un orologio regolato da un pendulo triviale.

Se la misura del tempo perde della sua esattezza per l'allungamento o l'accorciamento del pendulo, quella dell'estensione potria nè più nè men anch'ello sentire le variazioni causate dal freddo e dal caldo, e queste variazioni scorgonsi benissimo nel piede, nella pertica, nel braccie e in altri strumenti, adoprati per conoscere la misura dell'estensione. Buono è che gli errori che nascer possono da questa causa, portano poca o niuna conseguenza, nell'ordinario commercio; ma giova esserne avvertito per certe occasioni, nelle quali si ha bisogno di una grande esattezza. Se qualcuno, per esempio, volesse paragonare la pertica o il braccio di un paese a quello di un altro, la scelta del metallo e la temperatura del luogo dove si facesse questo paragone, sarebbono circostanze che non si dovrieno trascurare. Un regolo di ottone, o di rame, con cui si misurasse so-

solamente una mezza lega di terreno in lunghezza, potrebbe talmente variare per lo calore o per il freddo, che quando anche questo terreno fosse piano e liscio quanto un canale agghiacciato, il più accurato misuratore troverebbevi una differenza di 6 in 7 piedi dal Verno alla State; è men considerabile sarebbe il divario, se in vece di un regolo di rame, si servisse di uno di ferro o di legno.

Tutti i metalli non dilatandosi, nè condensandosi egualmente, negli stessi gradi di caldo e di freddo, non si deono adoperare se non con molta circospezione nel costruir le macchine o gli strumenti ne' quali importa gran fatto che le dimensioni non mutino ragione o proporzione: se si volesse per esempio, che un angolo formato da due verghe di ferro E F, E G, *Fig.* 8. restasse costantemente l' istesso in ogni temperatura, bisognerebbe guardarsi dal congiungerle con un terzo pezzo G H, il qual fosse di rame, imperocchè quest' ultimo metallo allungandosi per il calore molto più del ferro, quand' ei venisse a riscaldarsi non mancherebbe di far cangiare notabilmente l' apertura dell' angolo, di cui parliamo. E' facile applicar ciò agli strumenti di matematica e di astronomia, la giustezza de' quali dipende dal rapporto invariabile delle dimensioni, e nella maggior parte de' quali tuttavolta si adoprano insieme il rame ed il ferro, per farli poi passare dall' officina ove sono stati fabbricati, ne' luoghi scoperti dove provano il gelo, e l' ardor solare. Se non si bada all' effetto che ne può risultare, si corre rischio di veder gli angoli mutar grandezza, le superficie piane e le linee rette divenir curve, &c.

Una corda di gravicembalo che si allunga per il

il caldo, diventa necessariamente meno tesa di quel ch' ella era, se i punti fissi ai quali si attiene, non si allontanano l' un dall'alto, a proporzione del detto allungamento. Abbiam veduto nella Lezione undecima (Tom. III.) che una corda sonora, *ceteris paribus*, è di un tuono più o meno acuto, secondo il grado di tensione ch' ell' ha; così, quelle di un gravicembalo, parte di ferro, e parte di ottone, allungandosi differentemente fra esse nel grado medesimo di calore, e tutte più, che il legno onde il corpo dell' istrumento è fatto, e sul quale sono attaccati i piuoli; e' si vede per quai ragioni l' accordo o la consonanza sconcertasi, quando la temperatura del luogo varia di una certa quantità. Chi sa pure, se un' orecchia fina, e sperimentata non s' accorgerebbe di qualche cambiamento nel suono di una campana, o di altro corpo sonoro, che si provasse freddo e caldo, e di cui si facesse la comparazion con un altro, messo precedentemente all' unisono con quello.

Ho detto di sopra che il legno riscaldato e raffreddato non è tanto suscettibile di cambiamento su la lunghezza delle sue fibre, quanto il metallo; questi è un fatto che consta dall' esperienza, e sulla di cui fede alcuni Orivuolaj han fatto di legno la verga del pendulo, in luogo di ricorrere agli altri mezzi di rettificazione testè mentovati. Se la riuscita non è stata, sì che sien state nulle le variazioni; nondimeno però elleno sono state minori che quelle del pendulo ordinario, il che basta per giustificare la mia osservazione.

Ma quantunque il legno, e molte altre materie si accorcino e si allunghino meno che il metallo, per lo freddo e per lo caldo; appar' in genere, e da un gran numero di prove fatte in diversi tem-

pi,

pi, e da diverse persone, che tutti i corpi solidi, il marmo, la pietra, la terra cotta, il vetro, il metallo, il legno e la scorza de' vegetabili, le ossa, il cuojo, ed il corno degli animali &c. dilatansi per l'azion del fuoco, e si condensano raffreddandosi: e conciosiachè tutte l' opere dell' arte sono adunamenti e modificazioni di queste diverse materie, che ora più, ora meno al calore, si espongono, secondo le stagioni dell' anno, le ore del giorno, o gli usi che ne facciamo, dir si può che niuna cosa resta costantemente nel medesimo stato, e che quanto noi vediamo, gioielli, istrumenti, mobili, edifizj, alternativamente diventa più grande e più picciolo.

Verrà forse opposto contro questa proprietà ch' io attribuisco al fuoco di dilatare generalmente tutti i corpi e di estenderne il volume, l'esempio delle pietre che si calcinano, dei legni che si fan seccare al forno, od ai raggi del Sole, e di molte altre materie, la grandezza delle quali sensibilmente per l'azion del fuoco si diminuisce.

Ma a questa difficoltà mi son già fatto innanzi quand' ho osservato (*a*) che in tutti i preallegati casi v'è uno svaporamento, una dissipazione di sostanza, che dà motivo alle parti di ciò che resta, di raccostarsi o ristrignersi sotto un minor Volume, tuttochè queste medesime parti sieno veramente tumefatte, e si può rimanerne convinto col pesare, prima e dopo, tutti i corpi che un volesse recare in mezzo per esempio. Un pezzo di calcina viva pesa meno che la pietra, ond' ella è fatta; così è de' lavori di legno, che sono passati pel forno o nella stufa; delle carni o de' frutti fatti cuocere, delle paste o delle compo-

(*a*) XIII. Lez.

posizioni ispessite per mezzo di un certo grado di calore.

III. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

L'istrumento rappresentato per A B Fig. 9. è composto di un vetro di termometro, la cui palla ha quasi un pollice, ed il tubo una mezza linea di diametro, in tutta la sua lunghezza che è di un piede; una porzion d'incirca 9 pollici di questo tubo sta affisso ad una piccola tavola leggiera, su cui è disegnata una scala, della quale ogni grado esprime la millesima parte di tutto il liquore contenuto al di sotto della tavola, quando questo liquore ha ricevuto il grado di freddo del ghiaccio.

S'empie la palla, e un poco più che 'l quarto del tubo, di più liquori successivamente; prima di mercurio, di spirito di vino, poi d'acqua pura, e finalmente d'olio di lino. S'immerge la palla in un vase G pieno di ghiaccio pistato a minuto, e vi si lascia fin a tanto che il liquore abbia ricevuto tutto il freddo che può ivi prendere; il che si conosce, perchè allora esso liquore cessa di discendere nel tubo. Quindi con una piva sottilissima, o tubulletto capillare D, che entrar fassi nel tubo, si toglie via, succiando con la bocca, quel che v'è di liquore al di sopra della linea *e f*, ovver se ne mette fin a questo segno, se non ve n'è abbastanza.

Quand'è ben fermo in questo sito il liquore, si leva l'istrumento fuori dal ghiaccio, e si tiene la palla immersa in un altro vase G ripieno d'acqua bollente, fin a tanto che il liquore cessi d'ascendere: osservasi a quale altezza ei si ferma, e quan-

quanto tempo ha impiegato, per ricevere questo grado di calore (*a*).

EF-

(*a*) Abbenchè io abbia stabilito di rimettere il Lettore ad un' altra Opera che verrà dopo questa, per ciò che riguarda la costruzione degl' istrumenti, e la preparazione delle materie che servono alle mie Sperienze, non posso nulladimeno omettere d' additar quì un mezzo, il quale ajuterà a procacciarsi un vetro di termometro, misurato e graduato come esige la nostra Esperienza, con alcune altre istruzioni, senza le quali si stenterebbe a ripeterla.

Scegliete dunque un tubo di vetro d' una lunghezza e di un diametro conveniente, e per vedere se la sua capacità è ben eguale per tutto, fatevi entrare un poco di mercurio, che ne occupi circa un pollice, cui misurerete con una carta, o d' altra guisa; fate avanzar questo picciolo cilindro da un capo all' altro del tubo; s' egli è per tutto dell' istessa lunghezza, farete certo che questo tubo è dell' istesso diametro interiormente in tutto il suo dilungo; e vi farete soffiare una palla da un artefice di smalto: il medesimo artefice vi farà delle pive capillari e rigonfie nel mezzo, ammollendo al fuoco della sua lampana un pezzetto di tubo di vetro, cui allungherà quinci e quindi in tubi capillari.

Per avere una scala ch' esprima le millesime parti del liquore contenuto nella palla e nel quarto del tubo, bisogna prima pesare il vetro, e tener conto del suo peso; appresso riempirlo intieramente di mercurio col tuboletto, e farlo ben riscaldare, anche fin alla bollitura, acciocchè tutte le picciole particelle d' aria si sviluppino ed escano

dal

EFFETTI.

Il mercurio trasportato dal ghiaccio nell'acqua bollente, s'innalza nel tubo fin al decimoquarto grado, il che significa che il suo volume è cresciuto $\frac{14}{1000}$, e questa dilatazione si finisce in 15. secondi, o in un quarto di minuto.

L'ac-

dal vase: ciò farassi più facilmente, se da prima non si riempirà se non la palla.

Essendo il vetro ben pieno, e raffreddato fin al grado dell'aria della camera, si peserà esattamente per avere il peso del mercurio, sottraendo quello del vetro, di cui si è già saputo prima il valore.

Fatto ciò, si leverà dal tubo una quantità di mercurio, che sia l'undecima parte della totalità; e se la capacità di questo tubo è in proporzione convenevole con quella della palla, i tre quarti, o in circa, della sua lunghezza danno questa quarta parte, cui bisogna levare e puntualmente riconoscere colla bilancia.

Se quel che è contenuto nei $\frac{3}{4}$ del tubo, o in circa, non basta per far la quantità che si dimanda, è un segno che la palla è troppo grossa, e bisognerebbe farne soffiar una piccola all'estremità del medesimo tubo; ovvero per risparmiar la briga, e più a proposito prendere da principio il calibro di più tubi, e di farvi soffiar delle palle, altre più, altre men grosse.

Se si è dunque levata dal tubo la undecima parte di quanto era contenuto nel vetro, basterà ormai aggiungervi una scala di cento parti eguali, che misura tutta la porzion del tubo che è restata vuota, ed allora ciascun grado della scala corrisponderà ad una parte del tubo, capace di rice-

L'acqua comune ad una prova simile si dilata di $\frac{37}{1000}$, od alquanto più, in un minuti e pochi secondi.

Lo spirito di vino si solleva 87. gradi in un minuto e 22 secondi.

L'olio di lino mette 3 minuti almeno, per arrivare la millesima parte di quel che resta al di sotto: e correrà l'istessa cosa per tutti i liquori che un vorrà mettere in questo vase medesimo.

Ma però che i gradi della scala sono millesimi di capacità, o di volume; e che un liquore occupa men di luogo quand'è raffreddato che quand'è caldo, convien badare bene, che la palla e la parte del tubo compresa fra essa e la scala, sieno ben piene avanti che si tragga fuor dal ghiaccio l'istrumento, per immergerlo nell'acqua bollente.

Quando s'immerge la palla di quest'istrumento nell'acqua bollente, è ben provarlo con due o tre immersioni preste, avanti che lasciarvelo stabilmente, per timor che la troppo precipitata e impetuosa azione del fuoco non faccia spezzare il vetro.

Per ben giudicare del tempo che spende un liquore in ascendere al suo più alto grado, giova aver riconosciuto questo grado da una prima prova; altrimenti se ne faranno molt'altre seconde, innanzi che si possa giudicare se l'effetto è completo.

Finalmente, se si adopra il medesimo per differenti liquori, non si ha a cominciare dai liquori grassi; e si deve avvertire che non restino bollicelle d'aria, la cui rarefazione cagionerebbe dell'errore non picciolo ne' risultati.

vare al 72 grado ch'è il più alto, a cui egli posſa giugnere, nel calor del acqua bollente.

Così di queſti quattro liquori provati al calore dell'acqua bollente, lo ſpirito di vino è il più dilatabile, ſe per *dilatabilità*, s'intende l'eſtenſibilità del volume; ed il mercurio l'è ancor più, ſe ſi ha riguardo alla dilicatezza (direm così) di ſenſo, o piuttoſto alla prontezza ond' ei riceve il grado di calore che gli comunica.

SPIEGAZIONI.

Da tutte queſte prove ſi vede che i liquidi come i ſolidi, ſi riſcaldano, ſi dilatano, creſcono di volume, e che ſecondo le lor differenti nature, la dilatazione è più o meno grande, più o meno pronta. La cauſa generale di queſt' effetto è ſempre l'azione del fuoco che penetra la maſsa liquida, che diſuniſce e che ſolleva le parti: ma la miſura della dilatazione, sì per l'eſtéſa ch' ella aver può, come per il tempo in cui ſi compiſce, dipende ſenza dubbio da molte cagioni particolari; che ſarebbe difficile ben ſviluppare e conoſcere.

Del reſto egli ſembra, *ceteris paribus*, che un liquore eſser dee tanto più ſuſcettibili dell' impreſſioni del fuoco che lo penetra, quanto più le ſue parti ſono mobili fra eſse, e quanto è più facile diſunirle: per queſta ragione forſe il mercurio impiega ſol 15 ſecondi in ricevere tutto il calore che l'acqua bollente è capace di comunicargli. Ma ſe queſto corpo liquido rinchiudeſse poco fuoco nelle ſue parti, o ſe queſto fuoco rinchiuſo non doveſse eſsere ſviluppato ſe non da un' azione molto più violenta, che la cagionata dell' acqua che bolle, non ſi dovrebbe aſpettare fuorchè una dilatazione imperfetta, un mero ſollevamento di parti, cagionato dall' introduzione di una certa

quantità di fuoco ſtraniero; effetto molto inferiore a quello, il qual vedrebbeſi, ſe queſto fuoco che vien dal di fuori, aveſſe abbaſtanza di forza per dare al rinchiuſo entro ciaſcuna delle parti della maſſa, tutta l'azione ch' ei può acquiſtare. Ammeſſa queſta probabile ſuppoſizione, in riguardo al mercurio, non ſi durerà fatica a vedere, perchè il ſuo volume non creſca ſe non $\frac{14}{1000}$, mentre quello dello ſpirito di vino, che contiene ſenza dubbio più di fuoco, ed un fuoco meno inviluppato, riceve un'aumentazione di $\frac{87}{1000}$.

L'olio di lino, materia inflammabile, dilataſi per lo calore dell'acqua bollente molto più che il mercurio e l'acqua; ma l'eſpanſione del fuoco ch'ei contiene, e che molto coopera alla ſua dilatabilità, non è così libera come quella dello ſpirito di vino; ell'è ritardata dall'aderenza reciproca delle parti, da quella viſcoſità che ſi ſcorge ſenſibilmente in tutti i liquori graſſi. Così, perchè l'olio contiene più di fuoco che l'acqua comune, un certo grado di calore lo dilata più che eſſa; ma nol dilata tanto quanto lo ſpirito di vino, perchè il fuoco di queſto ſi mette più facilmente.

APPLICAZIONI.

Un vaſe di vetro, o di qualche altra materia fragile, ſi rompe aſſai preſto, ſe egli è pieno affatto di liquore, otturato eſattamente, e quindi traſportato in un luogo caldo; coſa che ſi vede ſpeſſo avvenire nelle piccole bocche da ſaccoccia, quando ſon troppo piene; ed io ho perduto più volte dei globi di vetro, che avevo riempiuti d'acqua l'inverno, e che mi dimenticavo di vuotare innanzi che i caldi della primavera o della ſtate foſſer venuti; la maſſa del liquido così rinchiuſo,

chiuſo, riſcaldandoſi ſi dilata più che la materia del vaſe, e lo fa crepare per due ragioni. 1. Perchè i liquori non laſciandoſi comprimere alla maniera de' ſolidi, il volume che tende ad aumentarſi, non fa cedere alla reſiſtenza delle pareti che lo racchiudono: 2. Perchè lo sforzo ſi fa dal di dentro al di fuori, e le parti che formano la groſſezza del vaſe, non ſi ſoſtengono reciprocamente, come ciò accade, quando una preſſione eguale le ſtrigne affatto da tutte le parti, come ho ſpiegato favellando de' recipienti della pneumatica. (a)

Le bottiglie piene di vino, che ſi traggono dalla cantina ne' gran caldi di ſtate, ſi rompono qualche volta per le medeſime ragioni: e ſi romperebbono molto più ſpeſſo, ſe non ſi aveſſe l'uſo di tenerle freſche, o immergendole nell' acqua de' pozzi di freſco cavata, o attorniandole di ghiaccio piſtato: un' altra cagione, che pur le trattiene dal romperſi, anche traſcurando di rinfreſcarle, ſi è il non eſſer elleno mai piene affatto, e l'eſſere otturate con ſoghero, che è una materia fleſſibile che può cedere un poco allo sforzo che per di dentro vien fatto.

Di tutti gli eſempj che io potrei in oltre citare, come relativi alla noſtra eſperienza, niuno convien meglio, e merità più la noſtra attenzione che il termometro. L'iſtrumento che ho deſcritto nella *preparazione*, è un termometro; e ſi può giudicare del merito di queſt' invenzione moderna, dalla maniera ond' ella è ſtata accolta non ſol dai Fiſici, ma anco dalle perſone, che il men s'intereſſano ne' progreſſi delle ſcienze e dell' arti: chi è che ne ignori l'uſo, e che non ami

(a) Tom. III.

di ragionarne, quando il freddo od il caldo glie ne dà motivo? Se ne può altresì giudicare, e più ficuramente dalle cognizioni, che il termometro ci ha procacciate, e da quelle che ragionevolmente se ne possono sperare.

Innanzi che si avessero de' termometri, come potevasi egli ben conoscere le differenti temperature dell' aria; di quella de' luoghi ove c' importa ch' ella sia di un grado determinato; dello stato di certe misture, di certe composizioni, la cui riuscita è sol sicura, per quanto vi si mantiene il tale o tal altro grado di calore? quali altri raffreddamenti si conoscevano, fuor che quelli de' quali un s' accorgeva col tatto, ch' è un segno equivoco? Sapevasi forse che nelle cave profonde, e negli altri sotterranei, non fa nè più caldo in inverno, nè più freddo in istàte, che in tutte le altre stagioni dell' anno? o che se vi son delle differenze, sono di pochissimo momento (Sapevasi egli che l' acqua che bolle lungo tempo nen diventa più calda, di quel ch'ell' era dopo il primo bollore? Finalmente, senza i termometri, chi averebbe mai sospettato, e creduto, che ne' paesi più caldi, sotto la linea equinoziale, il massimo calore non eccede quello che noi talora proviamo ne' nostri climi temperati? Chi averebbe saputo, o potuto credere, che vi fosse un paese abitato da uomini, dove il freddo, in certi anni, diventa due volte altrettanto più grande, ed anche più di quello che causò tanti disordini nel 1709. in Francia, e in molte altre parti dell' Europa?

Il Fisico guidato dal termometro adopera con maggiore certezza e profitto; il buon cittadino ha migliori lumi e direzioni, intorno al variar

dell'

dell'aria, nel che tanto è interessata la sanità, e che tanto altera le produzioni della terra; ed il privato che studia di procacciarsi i comodi della vita, è avvertito di quel che ei dee fare per abitare tutto l'anno in una temperatura quasi eguale.

Quest'istrumento che ha tanti vantaggi, e che è degno di Archimede, uscì per la prima volta dalle mani di un Contadino di Nortohllande (*a*). Per verità qnesto contandino, per nome Drebbel, non era un di quegli uomini rozzi che sol s'intendono de' lavori della terra; appar manifesto, che naturalmente egli aveva molto d' industria, e probabilmente qualche cognizione della fisica di quel tempo. Si può in oltre aggiugnere, per render meno mirabile quest' avvenimento, che il termometro di Drebbel era imperfetto, capace appena di far prevedere le utilità che si arebbono potuto trarre da un altro, che fosse meglio costrutto, e di farne nascer l' idea. Egli era un tubo di vetro terminato in alto da una palla cava, della materia medesima; ed immerso abbasso in un piccolo vase ripieno d'acqua o d' altro liquor colorato; il tutto era attaccato sopra una tavola divisa in parti eguali, con numeri di 5 in 5 o di 10 in 10, come si può vedere dalla Fig. 10. Per mettere quest' istrumento in istato d' additare le aumentazioni del freddo e del caldo, l' Autore applicava la sua mano sulla palla per riscaldarla: subito l'aria interna si dilatava, cresceva di volume, e non potendo più stare in questa spezie di vase, una parte usciva per abbasso, a traverso del liquor colorato: allora si cessava di riscaldar la palla, onde l'aria ch'era

(*a*) Trattato dei Barometri, dei Termometri, e Notiometri, stampato in Amsterdan nel 1688.

rimasta si condensava raffreddandosi; nello stesso tempo quella dell'atmosfera, che pesava su la superfizie del piccolo vase, faceva ascendere il liquore nel tubo, fino alla metà, od ai tre quarti della sua lunghezza.

Sendo ciò fatto, ben si vede che cotesto liquor colorato, che occupava una parte del tubo, doveva innalzarsi o abbassarsi, secondo che la temperatura dell'aria esterna raffreddava o riscaldava quella che occupava la palla, e la porzione del tubo, immediatamente al disotto.

Questo termometro avea molti difetti; per li quali fu dismesso: il maggior di tutti si è, ch'egli era soggetto, come un barometto, alle variazioni del peso dell'atmosfera, che non secondano, come si sa, quelle della sua temperatura. Essendo che il liquore colorato non ascendeva nel tubo, se non in virtù della pressione dell'aria esterna, accader poteva che questo liquore fosse sollecitato ad alzarsi da questa cagione, mentre un'aumentazion di calore, dilatando l'aria interna, esigeva ch'ei discendesse; e allora queste due cause opposte l'una all'altra, o si distruggevano scambievolmente a forze eguali, o non producevano negli altri casi se non un effetto partecipante dell'una e dell'altra sempre equivoco, e poco atto a indicare il vero grado di calore, che si cercava di conoscere.

Tuttavolta con questo difetto, e molti altri, de' quali non fo menzione, quest'istrumento aveva quel che abbisogna essenzialmente per fare un termometro; un fluido dilatabilissimo, rinchiuso in un vase trasparente, di una figura che rendea sensibili i più piccioli cambiamenti che il caldo,

od

od il freddo causar può al volume. Questa prima idea ha servito come di base a tutte quasi l' invenzioni consimili, che in progresso di tempo sono comparse.

Il Termometro di Firenze, così nominato, perchè viene originariamente dall' Accademia *del Cimento* fondata in quella Città, o perchè Santorio, Medico Italiano, se ne servì, per conoscer il grado di calore ne' suoi ammalati, fu per più di sessant' anni preferito a tutti gli altri; e ancora in oggi egli è quello che si trova più comunemente nelle botteghe; egli è composto di un tubo di vetro assai minuto, alla estremità del quale si è soffiata una palla: si riempie questa palla, e circa un quarto del tubo, in un tempo freddo, o dopo d' avervi posto intorno della neve, o del ghiaccio pistato, si riempie, dico, di spirito di vino colorato; e quando si giudica che il liquore sia bastevolmente raffreddato, con scaldare il vetro si fa detto liquore ascendere sin quasi alla sommità del tubo, che allor si chiude o suggella ermeticamente (*a*). Si attacca poi quest' istrumento sopra una tavola divisa in 100. parti eguali, che si distinguono per numeri di 10 in 10, o di 5 in 5, e che misurano tutta la lunghezza del tubo. *Vedi la Fig.* 11.

A misura che il termometro si è perfezionato, ci siamo accorti ch' egli poteva perfezionarsi maggiormente; colla brama di riuscirvi, vi si son adoperati i più eccellenti Fisici di questo secolo

e se

(*a*) Suggellare un tubo od un vase di vetro ermeticamente, o alla maniera d' Ermete, è ammollire al fuoco di lampada la parte aperta, fino a tanto che la materia si congiunga e si unisca da tutte le parti.

(*a*), e se ne fecero onore. Gli Accademici di Fiorenza, e quelli che aveano ricevuto da essi quest' istrumento, gli aveano lasciato due difetti, che molto limitavano il suo uso, e che rendevano le sue decisioni vaghe ed incerte. Primieramente il freddo ed il caldo ch' ei dinotava, non avea relazione a qualche cosa ben nota e determinata: ei facea vedere bensì che l'aria ad ogni altra materia nella quale si teneva immerso, avea più o meno di calore, di quel che vi si era precedentemente trovato; ma questo più o questo meno non svegliava alcuna idea saldamente apprendibile, per poter fondare una comparazione, per poter formare un giudizio.

In secondo luogo, molti termometri di questa spezie non erano comparabili fra essi: nella stessa temperatura, gli uni si fissavano più alto, gli altri più basso; sol per accidente, e molto di rado, esprimevano il medesimo caldo, o il medesimo freddo col numero stesso di gradi; e per una conseguenza necessaria, quando erano posti in luoghi differenti, ed i loro segni o progressi non s'accordavano, non si potea con sicurezza conchiuderne, che tai luoghi fossero l'un più caldo che l'altro, nè che lo fossero egualmente, quand' anche il liquore si fosse fissato e negli uni e negli altri in faccia all' istesso numero. Non si potea dunque comparare la temperatura di un tempo o di un altro luogo, se non servendosi del medesimo termometro, mezzo impraticabile ne' casi i più premurosi, come quando trattisi di conoscere il freddo ed il caldo di tutti i climi della terra, o d'

(*a*) I Signori Amontons, Halley, Neuton, de Reaumur, Delisle, Farenheith e Prins, guidati dal Boerhaave, ec.

o d' una lunga serie di anni; come mai far viaggiare così questo istrumento, ed anche, potendo, come mai la sua fragilità lascerebbe che ci fidassimo della sua durata?

Ma supponiamo che un Fisico avesse avuto la gran sorte di fare col suo termometro un gran numero di rilevanti osservazioni; come farà poi egli per trasmettere le sue cognizioni, e per indicare appuntino e precisamente quanto ei sa intorno ai differenti gradi di freddo e di caldo, che son una parte delle sue coperte? Basterà forse ch' egli dica: Il mio termometro mostrava allora 15, 20, o 30 gradi? questo linguaggio non s' intenderà da quelli, ai quali è sconosciuto questo termometro; quegl' istessi, ai quali fosse noto, non ne sarebbono niente di più addottrinati, se altre osservazioni non facesser loro alcun poco rilevare il valore di questi termini.

Sin da' primi anni del presente secolo, (a) M. Amontons concepì l' idea di un termometro comparabile, e di un termometro che avesse per base un termine o grado di calore determinato conosciuto da per tutto, facile a ritrovare, quando uopo ne fosse, con una graduazione, che in luogo di essere arbitraria, come in quello di Firenze, presentasse alla mente, quantità di proporzionali e relative ad un termine comune. In una parola, questo nuovo Istrumento doveva essere tale, che essendo costruito da diverse persone, in diversi tempi, ed in tutti i luoghi immaginabili, esprimesse sempre l' istesso caldo, o l' istesso freddo coll' istesso numero di gradi; e che se si venisse a rompere o a perdersi, un altro sostituitogli, fatto a norma de gli stessi principj, gli suppli-

(a) Mem. de l' Acad. des Sc. 1702.

plisse per tutti i conti, mostrando tutto quello che mostrava il rotto o perduto,

Affin di venire a capo di tal disegno, il Signor Amontons faceva uso di due bolle scoperte che avea poc' anzi fatte, e che noi mentovammo (*Tom.* 3. *p.* 262 *e Tom.* 4. *p.* 36.): la prima, che la molla o la forza elastica dell' aria cresce tanto più per lo stesso grado di calore, quanto questo fluido è di maggior peso carico: la seconda, che l' acqua giunta al calore di bollitura, non si scalda di più, benchè per lungo tempo continui a bollire. Da una parte dunque egli avea un punto fisso di calore, facilissimo a cogliersi, alla portata di ogni uno, e che sotto di sè racchiudea tutti i gradi di freddo e di caldo che si potevano provare ne' diversi climi: da un' altra parte egli impiegava ingegnosamente il peso d' una colonna di mercurio, per caricare e comprimere una massa d'aria contenuta in una palla cava, alla quale era adattato un tubo di vetro curvo, come si può vedere dalla Fig. 12. Dall' altezza più o men grande del mercurio nel tubo *g h*, imparava, quanto la molla dell' aria contenuta nella palla K fosse minore di quella ch' egli riceve dall' acqua bollente, quando vi si tiene immerso; e sapendosi che questa molla, o forza elastica, accresciuta o diminuita era l' effetto di un calore più o men forte, arguivasi l' intensione di questa cagione dalla colonna di mercurio più o meno lunga che dall' aria della palla era sostenuta.

Frattanto dovendo la massa d' aria sostenere non solo il mercurio contenuto nel tubo, ma ancora una colonna dell' atmosfera che pesava in *g*, ed il cui peso è variabile, nell' uso che faceva di quest' istrumento, conveniva aver riguardo all' altezza

attua-

attuale del barometro; cioè, che il termometro, per esempio, era stato costrutto in un tempo e in un luogo; in cui il barometro additava 28 pollici, e si venisse a consultarlo quando il barometro medesimo non additava se non 27. pollici $\frac{1}{2}$; era d' uopo diffalcare sei linee dall' elevazione del mercurio nel tubo *g h* del termometro; ed al contrario riccorrere all' addizione d' una simile quantità, se dal tempo della costruzione, a quello dell' osservazione, il barometro era asceso sei linee.

Questa attenzione che avrebbe poco costato a' Filosofi, era una soggezione incomoda nell' uso di un istrumento, il quale dovea passare per le mani d' ognuno; oltre di che quest' istrumento era necessariamente grande; altrimenti il mercurio che usciva dalla palla per ascendere nel tubo, averebbe lasciato un vuoto, onde sarebbesi accresciuta la capacità occupata dalla massa d' aria troppo notabilmente; e da non trascurarsi, benchè si supponesse trascurabile senza sensibil errore; questa grandezza, dico, necessaria per rendere giusto ed esatto l' istrumento, metteva il vetro in maggior pericolo di rompersi, e non permettea, che si potesse immergere in liquori o in altre materie, le quali non sarebbono state in pronto se non in picciola quantità; come accade spesso ne' laboratorj di Chimica, o di Fisica. Finalmente per essere sicuro che molti Termometri di questa spezie avessero tutti il medesimo passo, o progresso, bisognava che le masse d' aria rinchiuse nelle palle fossero della medesima qualità; imperocchè si sa che la dilitabilità di questo fluido dipende molto dal suo grado di purità, e che s' ella è più o meno umida solamente; il grado medesimo di calo-

calore la dilata con differenze considerabilissime; come si poteva essere ben certo dello stato di quella di cui riempivasi la palla, in tempi e in luoghi lontani gli uni dagli altri!

Queste difficoltà, aggiunte a quelle d'una costruzione dilicata e difficile (*a*) hanno impedito che il Termometro Amontoniano, tuttochè molti ingegnoso, s'accreditasse abbastanza: un artefice di quel tempo (*b*) assai intelligente, instruito e guidato dall'Autore medesimo, ne sparse un certo numero, che i Curiosi conservano ne' lor gabinetti; ma il Pubblico prese poca parte a questa invenzione; appena troviamo una qualche opera di Fisica, in cui sia fatta menzione del suo uso.

Era riservata a M. de Reaumur la rivoluzione quasi totale, per cui si dovea far cessare anche tra il popolo l'uso del termometro di Firenze, e sostituirgliene uno che non avendo per il suo estrinseco alcun'aria di novità, trovasi avere tutte le qualitadi richieste, e desiderate fin allora in un tale strumento: infatti, seguitando di punto in punto o ciò che prescrive M. de Reaumur (*c*), ciascuno può in ogni tempo, e quasi in ogni luogo construire de' termometri, i cui passi sien comparabili fra loro, i cui gradi sien relativi ai termini di freddo e di caldo determinati e noti; de' termometri, e che si osservano immediatamente e senza alcuna deduzione, ed i quali sieno applicabili a tutte le prove che s'appartiene di fare con un tale strumento.

Per soddisfare a queste mire, M. de Reaumur co-

(*a*) Vedi la Mem. citata di sopra.

(*b*) Il Signor Hubin, valente, e celebre artefice in Smatto.

(*c*) Mem. de l'Acad. des Sc. 1730.

comincia la graduazione da' suoi termometri nel grado di freddo che fa gelare l' acqua comune, e che basta appena per impedire, che non si disfaccia il ghiaccio, tenuto in un luogo in cui non gela; vi sono pochi luoghi, dove non si possa avere del ghiaccio, della neve, o almeno della grandine in qualche stagione dell' anno, e questo termine più facile ad ottenere che alcun altro, di cui si sia fatto uso fin ora, è parimenti più facile a cogliersi, e meno soggetto a variare; quelli che gli preferiscono la temperatura delle cantine profonde, pretendono eglino forse che siensi per trovare più comunemente sotterranei simili a quello dell' osservatorio di Parigi, che acqua agghiacciata, o vicina ad esserlo? Quand' anchè ciò fosse vero (il che non può dirsi) noi sappiamo al presente fuor d' ogni dubitazione, che questa temperatura sotterranea non è determinata e fissa, come bisognerebbe che lo fosse, e come lungo tempo si è supposta. Io non credo nemmeno, che un freddo artifiziale eccitato da un miscuglio di ghiaccio con qualche sale, debba essere preferito al freddo naturale del ghiaccio o della pura neve; quanto più semplici le operazioni, tanto meno ci espongono ad ingannarci. Il calore stesso dell' acqua bollente, che alcuni Fisici hanno preso per loro punto fisso, non lo è tanto quanto quello di cui M. de Reaumur si serve per cominciare la sua graduazione. L' acqua non è tanto calda quanto può essere, se non dopo d' aver bollito per alcuni istanti; e però ch' ella si scalda vieppiù; fin a tanto che giuga a bollir forte, e questo bollimento arriva più presto o più tardi, secondo il peso attuale dell' aria che pesa su la sua superfizie, egli è evidente che il grado di calore

dell'

dell' acqua che fassi bollire, diventa più o men grande secondo l'attual peso dell'atmosfera; laonde Farenneith, che fece la prima osservazione, avea gran cura di consultare l'altezza del barometro, innanzi che segnare o additare il termine fisso dell' acqua bollente sopra i suoi termometri di mercurio; ed io non dubito, che il Signor de Lisle, che pur da questo termine si spicca per graduare i suoi, non abbia a quest' Osservazione riguardo, la quale s'è dappoi cotanto verificata.

Dopo d'avere scelto un termine fisso, M. de Reaumur, con serie ingegnosa di operazioni metodiche, che per disteso veder può il Lettore nel di lui Ragionamento, studia e trova il rapporto che c'è tra la capacità della palla e quella del tubo; è più sicuro infatti e più facile proceder così, che pretendere di ottener qualche proporzione determinata dagli artefici che soffiano queste sorte di vetri, e che un lunghissimo abito non mette per anche in istato di fare, per questo conto, tutto quel che si vorrebbe. Appresso, egli divide il tubo in tal maniera, che ciascuna porzione della sua capacità può contener giusto $\frac{1}{1000}$ parte del liquore, che occupa la palla, e circa un quarto del tubo; di modo che avendo fatto prendere a questo liquore il freddo del ghiaccio, ei segna zero nel luogo dove il liquore si ferma; e conta di sotto a questo termine i gradi di condensazione, e di sopra quelli di dilatazione.

Quando il liquore, riscaldandosi, ascende nel tubo 5 o 6 gradi al di sopra di zero, *termine del ghiaccio*, o *della congelazione dell' acqua*, ciò dunque significa che il suo volume, il quale non era se non di 1000 parti, diventa eguale a 1005, o 6 di queste medesime parti; e quando al

con-

contrario il liquore raffreddandosi si abbassa al di sotto di questo termine, si sa dal numero de' gradi ch' ei percorre discendendo, che il suo volume è diminuito di tanti millesimi.

Se due di questi termometri sono fatti con palle e tubi, le cui capacitadi non sieno quinci e quindi in proporzioni o rapporti simili, che il tubo dell' uno, per esempio, sin alla palla come 100 a 1000, e come 1 a 10 per la capacità, e che la proporzione dell' altro sia come 160 a 1000, o come $1\frac{1}{2}$ a 10; tutto quel che n' accaderà, si è, che la scala di questo averà i gradi più piccioli ed in maggior numero che l' altro; ma in tutti due, questi gradi saranno sempre millesimi della capacità che è al di sotto di zero; e ciò appunto caratterizza principalmente il termometro Reomuriano, e che lo differenzia essenzialmente da quelli, la graduazione de' quali fatta in parti eguali ed in numero arbitrario su la lunghezza del tubo, non dà alcuna idea distinta dell' azion del calore, poichè la dilatazione del liquore che n' è l' effetto, non vi è misurata da quantitadi eguali, o proporzionali.

Ma non bastava, per rendere i termometri comparabili, e per corredarli di andature e di marche simili, cominciare la graduazione in un qualche termine noto e fisso, e stabilir una certa proporzione tra tutte le parti del tubo, e la capacità della palla; bisognava di più, accordarsi in un liquore, il cui grado di dilatabilità fosse terminato, e che si potesse facilmente proccacciare da per tutto; imperocchè dall' esperienza stessa che ha dato motivo a questa digressione, si è fatto vedere che il grado di calore che fa ascendere lo spirito di vino nel tubo sino all' 87.ma millesima parte,

non innalza già tanto la pura acqua, l'olio di lino, il mercurio, e che ciascun di questi liquori si ferma all'altezza che gli compete; dal che avverebbe necessariamente, che se due termometri, fabbricati per altro giusta i principj Reomuriani, sol differissero, in quanto al più od almeno di dilatabilità ne' loro liquori, i gradi corrispondenti non potrebbono più esprimere quantitadi simili di freddo e di caldo; uno, per esempio, additerebbe il calore animale per 32 gradi al di sopra del termine del ghiaccio, e l'altro coll'istesso numero di gradi esprimerebbe un calore, il qual sarebbe certamente più forte o più debole.

Il liquore, il più dilatabile, sarebbe senza dubbio il più adatto a fare termometri dilicati, e accurati; ma in molte occasioni si stenterebbe a trovarlo, e l'intenzione dell'Autore è stata che il nuovo termometro si potesse fare in ogni luogo; laonde egli ha un poco trascurata questa massima dilatabilità, per salvare una difficoltà, che sarebbe stata spesso a molti di remora. Egli dunque s'è appigliato allo spirito di vino, indebolito con dell'acqua; e dopo d'aver date regole per quest'indebolimento, insegna mezzi sicuri per conoscere il grado prescritto di dilatabilità; queste prove consistono in far passare uno di questi termometri per certi gradi di caldo e di freddo, che altronde si sa essere gli stessi, *e. gr.* dal calore dell'acqua bollente, da quello di un miscuglio di ghiaccio o di neve, con un terzo del peso di sale marino, &c. quindi è che in tutti i termometri construtti con tai principj, il grado dell'acqua bollente è di 80, quello del calore animale $32\frac{1}{2}$, quello dei sotterranei profondissimi $10\frac{1}{4}$, quello del sale comune, mescolato col ghiaccio 15, al di sotto del termine

ne della congelazione dell' acqua; e questo metodo è così sicuro, che quando una volta il liquore è buono ed a proposito per uno di questi termini, *e. gr.* per il raffreddamento causato nel diaccio dal sale marino, ei conviene per tutti gli altri.

Se nella costruzione di questi termometri si è data la preferenza allo spirito di vino, sopra i liquori suscettibili di un più alto grado di calore, il motivo è stato l'aver voluto innanzi a ogni altra cosa fare un istrumento meteorologico, il di cui uso principale fosse far conoscere le differenti temperature dell' aria, e considerandolo sotto questo punto di vista, è certo che si è avuta ragione di preferire agli olj che s'addensano, ed al mercurio che si stenta a ben vedere, un liquore dilatabilissimo, che si colora quanto si vuole, e che può tener molto più di calore, ch' ei non ne può mai ricevere dall' aria in alcun clima. Che se trattasi di servirsene ne' Laboratorj di Fisica, e di Chimica per misurare gradi di caldo, che sorpassino quello dell' acqua bollente; e se osservazioni recenti e posteriori all' invenzione di quest' istrumento, hanno mostrato che lo spirito di vino indebolito, può gelarsi in certe parti del mondo, dove tornerebbe in concio di viaggiare, niente osta in allora, ritenendo quanto alle altre cose la costruzion Reomuriana, che non si possa sostituire allo spirito di vino, per questi casi rari, o per usi particolari, qualunque altro liquore men pronto a bollire, purchè tenga conto del suo grado di dilatabilità.

Io duro fatica a credere, che lo spirito di vino diventi meno dilatabile, e meno condensabile per succedere di tempo; questa nullostante era l'opi-

 nio-

nione dell' Halleio, citato dal Muſchenbroekio (a), che dice d'averlo egli ſteſſo provato: ma io pure m'appoggio su la mia propria eſperienza, per penſare diverſamente; in fatti io rimetto ormai più volte al ghiaccio, all'acqua bollente, ed alle altre prove, i termometri da me fatti ha già quindici anni, e li vedo ſempre tornare ai medeſimi ſegni o termini: quello del Signor de la Hire, che tuttor ſi conſerva nell' Oſſervatorio, e che ſi tiene già da più di 40 anni all' aria in tutte le ſtagioni, non dà alcun indizio d'indebolimento.

Il ſolo rimprovero ragionevole, che ſieſi fatto ai termometri Reomuriani, quando comiuciarono a vederſi, (benchè per vero dire, ei foſſe piuttoſto un rincreſcimento che un rimprovero;) ſi è che eſſendo molto più grandi che quelli di Firenze, eran meno facili a traſportarſi per tutto dove bramavaſi d'averli; e meno pronti a ſeguitare i cambiamenti che ſuccedono talora alla temperatura dell'aria molt' all' improvviſo. Queſta difficoltà fu preſto levata; M. de Reaumur, ſotto la cui direzione io adoperava allora, mi fece ravviſare, che queſti grandi iſtrumenti, e l'apparato ch' eſigevano per eſſere coſtrutti con accuratezza, non eran neceſſarj ſe uon per regolarne altri, i quali potrebbono eſſere tanto giuſti quant' eſſi, e molto piccioli; d'allora in appreſſo io non ne feci ſe non per queſt' uſo, e tutti quelli ch' eſcono di preſente dal mio laboratorio ſono o della grandezza ordinaria de' barometri, o racchiuſi in una piccola caſſettina aſſai ſtretta, che non ha un piede di lunghezza, fig. 14. Li potrei fare ancora più pic-

cioli;

(a) Eſſais de Phyſique tom. 1. pag. 461.

cioli, a imitazione di quelli ch' entrano in astuccj da curadenti, fig. 4. Ma penso, che siccome non era ragionevole lasciar da banda i primi Termometri di M. de Reaumur per la sola ragione che gli occhi non erano avvezzi a veder tai fatte d' instrumenti di 4, o 5 piedi d' altezza; così egli è poco men che puerile, voler che possano portarsi in tasca, come un coltellino, e sforzare senza bisogno la propria vista sopra una graduazione eccessivamente fina e minuta.

La prima esperienza, impiegata in questa Lezione, fa nascere una difficoltà contro tutti i termometri, finor comparsi: tutti, per la lor forma, somigliano più o meno al vase rappresentato dalla fig. 1. ed abbiamo veduto che la palla che contiene la maggior parte del liquore, si dilata e diventa più grande, a misura che si riscalda. Di quà segue, che il liquore di un termometro non ascende così alto nel tubo, come vi ascenderebbe, per lo grado di calore ch' ei prova, se la capacità della palla fosse assolutamente invariabile; e (parlando del termometro Reomuriano) che le porzioni del tubo che corrispondono a ciascun grado; non sono rigorosamente millesimi della capacità che è al disotto di zero, se non quando l' istrumento è in una temperatura eguale a quella in cui egli era, quando si è misurata e determinata questa proporzione. Ne' caldi grandi, queste misure peccano per difetto, elleno non contengono interamente questa millesima parte di cui trattasi; ne' gran freddi, la contengono, e un poco più, cioè peccano per eccesso, se il liquore riscaldato dall' acqua bollente si ferma di riscontro al numero 80, convien dunque intendere ch' egli s' eleverebbe più alto, se le pallottole ed i tubi fossero ne' rapporti o nel-

le proporzioni medesime quinci e quindi; elevevrebbesi, dico, più alto, tutta quella quantità, cui l'istrumento della nostra esperienza, immerso nell'acqua che bolle, fa discendere il suo.

Quest' effetto è inevitabile; resta di sapere, per qual quantità egli influisca su le proporzioni donde dipende l'esattezza del termometro; in quai casi egli cagioni una imperfezione notabile; e se vi sono de' mezzi per rimediarvi. La Dissertazione di M. de Reaumur citata di sopra, risponde ampiamente, su tutti questi capi; mi par bene rimettere colà il mio Lettore, siccome ho fatto per le altre minute particolarità della fabbrica di questo termometro; imperocchè, e l'ho già detto più volte, questa mia Opera non insegna a costruire istrumenti di Fisica; e se mi dilungo talora dal mio argomento, per mostrare, dirò così, l'essenzial scopo, ed i veri principj di queste macchine, lo fo solo per quanto tai digressioni han necessaria relazione con la materia che tratto, e perciò appunto spero che mi si perdonerà la lunghezza di questa. Non debbo però finirla, senza aggiugnere qualche cosa intorno all'uso il più ordinario del termometro, e alla maniera d'osservarlo.

Comunemente s'adopera quest'instrumento, e s'esamina curiosamente la sua andatura, e indicazione, e per conoscere i differenti gradi di caldo e di freddo che regnan nell'aria; acciocchè in quest'osservazione ed in quest'uso si proceda come conviene, alcune attenzioni son necessarie, altrimenti l'esattezza non si serberebbe. Bisogna 1. porre il termometro all'aria libera, cioè, nel di fuori degli appartamenti; e s'agli è appoggiato al muro, si dee avvertire che questo muro non contenga nella sua grossezza, qualche canna di cami-

no,

no, o non abbia in schiena qualche forno, in cui si faccia fuoco in certi tempi. I termometri che si pongono nelle camere, non possono indicare fuorchè la temperatura del luogo dove sono; il che non è inutile in parecchie occasioni (*a*): ma non se ne debbe fare illazione quanto al tempo che fa di fuori. 2. L'esposizione, o la plaga debb'essere al Nord, o appresso a poco, in qualche luogo che non riceva mai nè i raggi diretti, nè i raggi riflessi del Sole, e per questo conto, è bene sapere che la prossimità d'un grand'albero, di un edifizio, anche mediocremente lontano, di una montagna vicina, &c. può cagionare ribattimenti di luce efficacissimi; anche il pavimento rimanda al primo suolo di una casa, ed alle stanze basse, un calore che notabilmente è diverso da quello che agisce più in alto. 3. Poichè il tempo più freddo delle ventiquattr'ore, che ne' nostri climi compongono la notte ed il giorno, è per l'ordinario quello che precede un poco il levar del Sole; ed il più caldo, quello di due o tre ore dacchè il Sole ha passato il meridiano; è cosa ben fatta, che un Osservatore esatto visiti il termometro due volte ogni giorno; la mattina, e dopo pranzo, nell'ore poc'anzi da me additate; indipendentemente dalle osservazioni ch'ei volesse fare nelle altre ore del giorno e della notte. 4. Quando si riguarda il liquore per saper giusto, a

R 4 qual

(*a*) Per riscaldare, e. gr. aggiustatamente la camera di un ammalato, od una conserva; per sapere la differenza, quanto al freddo, tra l'aria del luogo che si abita, e quella che si ha da respirar fuori, e schivare gli eccessi pericolosi, &c.

qual grado d'elevazione egli ſta, è neceſſario ſituar l'occhio alla medeſima altezza; imperocchè s'egli è più alto, ſi giudicherà il liquore men elevato di quel ch'egli è infatti; e ſe l'occhio è più baſſo, queſt'iſteſſo liquore apparirà troppo alto. Vedi la Fig. 15.5ª. Si dee finalmente avvertire, che ſe vi ci avvicineremo troppo e per lungo ſpazio di tempo, maſſimamente con una fiaccola, per oſſervare il grado di freddo o di caldo indicato dal liquore del tubo, avvenir potrà che il liquor della pallottolina riceva qualche calore non procedente dall'aria, ed il qual poi renda l'oſſervazione meno accurata.

Se ſi vorrà per tanto comunicare altrui le proprie oſſervazioni ſopra le diverſe temperature, e renderle autorevoli e credibili appreſſo i Conoſcitori, non ſi negligerà di dire, quale ſpezie di termometro ſi averà adoperato, in qual luogo della terra, e come egli era eſpoſto; a quali ore, e con quali attenzioni egli s'è oſſervato.

Abbiam veduto colla prima, e colla ſeconda Eſperienza, che i corpi ſolidi anche più duri, e più compatti, ſi dilatano e creſcono di volume quando ſi ſcaldano ſino a un certo ſegno: la terza Eſperienza ha provato che i liquidi ſono ſoggetti alla ſteſſa legge; trattaſi ora di eſaminare quali effetti può produr ſu gli uni e ſu gli altri un calor continuato, e più grande che quello, da cui riſulta ſolamente una mera dilatazione o ſcoſtamento di parti: cominciamo da quei della prima claſſe.

La maggior parte de' miſti, quelli eziandio, che hanno conſiſtenza e ſolidità, ſono compoſti, di parti, le une delle quali meno fiſſe che l'altre, abbandonano la maſſa col fuoco che n'eſala;

la, e queste sorte di scapiti principiano sovente coi primi gradi di calore: di qua avviene che il corpo riscaldato, prima di essere giunto agli ultimi suoi gradi di dilatazione, non è ormai più l'istesso ch'egli era sul bel principio, egli ha cambiata natura per la evaporazione di una parte de' suoi principj, ed è passato per diversi stati, se questi medesimi principj, più volatili gli uni degli altri, non han ceduto se non successivamente all'azione del fuoco. Non si dee aspettare di trovar quì la descrizione minuta di tutti i cambiamenti che succedono per questa strada alle varie spezie di sostanze, sulle quali si fa adoperare il fuoco; ciò appartien alla Chimica, e sarebbe estraneo al nostro soggetto; a me non tocca se non di far conoscere l'azione del fuoco in generale, quel che egli è capace di operare, e non quel ch'egli opera in fatti sopra questa o sopra quella materia in particolare; se debbo attenermi a degli esempj, perchè traggo le mie prove dall'esperienza, ho da scegliere quelli che sono i più semplici; ho da rappresentare l'azione del fuoco sopra materie, le cui parti simili fra esse, secondano, o difficoltano, tutte egualmente il medesimo effetto; ora nella maggior parte dei corpi che tali sono, quali io li suppongo quì, la dilatazione, portata fino al suo ultimo periodo, finisce nell'ammollirsi della massa, nella liquefazione più o meno perfetta, secondo la natura del corpo che si scalda, od il grado d'attività del fuoco che si adopera.

IV.

IV. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Io metto in un mezzo guscio di noce, una di quelle monete, che chiamiamo *sol neuf*, il cui valore è attualmente di 18 danari, e che sono fatte di una lega di rame con un poco d'argento di sopra e di sotto questa moneta, cui piego un poco in forma di scialda, vi metto, quanto può starne in questa spezie di crogiuolo, una mistura fatta di tre parti di nitro, o di salnitro fino, ben polverizzato e seccato sopra una paletta di ferro che fo scaldare, alle quali aggiungo due parti di fior di solfo, ed altrettanta segatura o rasura di qualche legno tenero, stacciata (*a*). Io metto il guscio di noce, così caricato, sopra del sabbione, od altro sostegno che s'accomodi alla sua convessità, affinchè non si rovesci, e con un solfanello metto il fuoco alla polvere ch'ei contiene. *Vedi la Fig.* 16.

EFFETTI.

Ecco la polvere infiammarsi, e scorrere a modo di razzo per alcuni instanti; dopp di che nel fondo del guscio di noce vedrassi il metallo fuso, e ardentissimo che si rauna ed accoglie in forma di bottone, e che prontamente si indura, tosto che la materia, che intorno ardeva, è consumata,

SPIEGAZIONI.

Il fuoco che si adopra in questa Esperienza, è tanto più valido, quanto che fa seco agire sul metallo, il solfo ed il nitro che ha messi in fusione,

(*a*) **Nota, che tutte queste dosi son pigliate a peso.**

fione; queste materie contengono un acido, che basterebbe solo per dissolvere il rame e l'argento, di cui è composta la sopraccitata moneta: si è veduto per una sperienza della prima Lezione (Tom. I.) che una moneta s'apre in due, quand'è penetrata in un certo dato modo dal vapore del solfo; e ognun sa che lo spirito di nitro è il dissolvente di quasi tutti i metalli; noi dobbiam dunque credere che questa mistura infiammata, porti su la moneta immersavi, un grado di calore violentissimo, che in breve tempo l'ha dilatata quanto esser lo può; ma continuando la stessa cagione a operare, il metallo fa più che dilatarsi; le sue parti troppo scostate l'une dall'altre, non conservando la lor aderenza reciproca, si lasciano alla fine, e nuotano liberamente nella gran quantità di fuoco che le penetra.

Non vi vuol meno di questa grande abbondanza di parti ignee per tenere in fusione del rame e dell'argento; dacchè la mistura consumata dà loro adito di svaporare e d'uscir dalla massa cui tengono in istato di liquidità; questa medesima massa ripiglia ben tosto la sua prima consistenza; passando, benchè più lentamente per tutti i gradi di freddo, o di minor calore, che il fuoco le avea fatto prendere.

Quel che merita di essere ben notato, si è, che cotesto fuoco, la cui attività fa fondere un metallo durissimo, non cosuma il guscio di noce, che serve di crogiuolo. Egli resta ordinariamente quasi intero, dopo l'operazione; sol nel di dentro è leggiermente danneggiato, o se vien traforato, ciò non succede se non nel sito, dove ha riposato il metallo fuso, quando non si ha avuta la cura di estinguerlo con acqua, nel momento

che

che si è veduto scorrere. Questo fatto considerato in se stesso, pare di lieve momento, e non meritare attenzione particolare; ma ei si connette con altri fatti che più interessano, e che dipendono da una proprietà del fuoco, degna di serio riflesso.

Il fuoco, quando opera in forza bastante, produce effetti tanto più grandi, quanto più è stata ritardata la sua azione: una volta che questa azione diventa superiore e vittoriosa, dilata, discioglie, dissipa una massa con tanto più di prontezza, e in un modo tanto più perfetto, quanto più le parti di cotesta massa gli hanno resistito, avanti che cedere: i metalli, più difficili a liquefarsi che la cera, la resina, il grasso, ec. scorrono altresì più presto, quando son colti dal grado di calore, al quale dee cedere la coerenza delle lor parti. Gli olj grassi si infiammano più tardi che lo spirito di vino, o quello di trementina, ma il loro incendio porta un grado di calore molto più considerabile: la polvere che s' accende in pien' aria, fa uno sforzo mediocre, ed il quale non ha alcuna proporzione collo sforzo di cui ella è capace, in un' arme da fuoco, o in un fornello di mina.

Concepisco adunque che il fuoco applicato alla superfizie di un corpo solido, fa due cose nel tempo medesimo; o lo penetra da una parte all' altra, e penetrandolo, mette in azione le particelle ignee che risiedono nelle piccole masse componenti cotesto corpo; se queste piccole masse sono atte nate a cedere facilmente ai primi gradi d' espansione che riceve il fuoco in esse racchiuso, quelle della superfizie dissolvendosi, o svaporando avanti che l' altre, più rimote, sieno sufficiente-

mente

mente ſcaldate; di ſtato in ſtrato la maſſa ſonde, come vedeſi avvenire alla cera, ed al burro; ovver elleno ſi diſſipano in fumo, ed in fiamme, come oſſervaſi, quando veggiamo abbruciare un groſſo legno.

Ma ſe le parti della ſuperfizie hanno un grado di fiſſezza, che dà tempo al fuoco che le attacca, di portare il ſuo sforzo ſin ſu l'altre, e d'avvivare ſufficientemente le piccole porzioni di fuoco racchiuſo in eſſe, io capiſco che l'eſpanſione di queſto fuoco interno, che ha da diſunire le parti proprie della maſſa, dee ſeguire nel medeſimo tempo per tutto, e che la diſſoluzione diventa generale in breviſſimo tempo, come veggiamo ſuccedere ne' metalli.

Se ora vogliam ritornare al noſtro guſcio di noce, che ha dato motivo a queſta oſſervazione, vedremo, perchè egli s'è conſervato quaſi tutt' intero, mentre il metallo ch'ei contenea, ha preſo fuoco, fino a ſtruggerſi; l'azione del fuoco, che non ha avuto ſe non picciola durata, ne ha però avuta tanta da penetrare e ſcuotere ſin nelle ſue minime parti una moneta ſottiliſſima, che da per tutto ha attaccata. Ma, quanto al noſtro piccolo crogiuolo, non ha queſt' azione avuto il tempo, ſe non d'agire ſu la ſua ſuperfizie interiore, cui ha abbronzata; o ſe pur ha penetrato in tutta la ſua groſsezza, una poroſità troppo grande è ſtata quella che gli ha laſciato il paſso sì libero, ch'ella ſi è diſſipata, ſenza avvivare le parti ignee che vi potean eſſere nel guſcio, a ſegno di cauſare l'accendimento totale.

APPLICAZIONI.

Le arti ſi ſon molto approfittate di queſt' azione del fuoco, che fa paſsar diverſe materie dallo

ſtato

stato di solidità a quello di liquidità. Non vi è quasi alcun mestiere, che non si ajuti con quest' azione, o che non ne faccia il suo oggetto principale: lo scultore, l' ebanista, il fabbricator di Liuti, il falegname, e tanti altri, fanno un uso continuo della colla forte, che non è altro se non corno preparato, perchè si distrugga e liquefaccia facilmente nell' acqua calda: finch' ella è liquida, si estende sul legno, si gitta e conforma ai suoi pori, ed ivi indurandosi, diventa un legame comune tra due superfizie applicate l' una all' altra. Così è a un dipresso delle scaldature, che adopra il Lattonajo, il Piombajo, il Calderajo, l' Orefice, ec. Elleno sono leghe o misture che scorrono o si liquefanno a un grado di fuoco, minore di quello che abbisognerebbe per fondere i pezzi di metallo, che si vuole unire; e che, quando si raffreddano, prendono una durezza ed una consistenza eguale, o poco meno, a quella d' essi pezzi. Coloro che fabbricano la candela, il cerino, la cera da sigilli, ec. in altro quasi non son occupati, se non in fondere, e rifondere queste materie, per fazionarle, in somma con la fusion delle materie le più dure, si è giunto a fare il vetro, materia forse più stimabile dell' oro, se si volesse apprezziarla per la comodità e pegli usi che ci appresta, e pe' mirabili effetti, ond' ella abbelisce il mondo.

Ma di tutto quello che si può fondere, e che poi s' indurisce, niuna cosa io veggo che sia da paragonarsi ai metalli riguardo alla moltiplicità, ed all' importanza degli usi che di essi facciamo, dopo che sono cavati dal seno della terra, fino al momemento che vi rientrano per la dispersione dalle lor parti, quasi tutte le forme, che ad essi fac-

ciam

ciam prendere, e' le debbono al fuoco che li squaglia nel crogiuolo, perchè scorrano negli stampi o modelli, o che li ammollisce nella fucina, per renderli flessibili sotto il martello.

Il ferro fuso, quasi all'uscir dalla miniera, distenta pentole, caldaje, cannoni, tubi d'acquedotti, placche di camini, vasi di giardino, ec. che mai non diventerebbe in somma il ferro, se colui che ne traffica, sapesse approfittarsi di tutto quello che M. de Reamur ha sperimentato (a) su la maniera di maneggiare e lavorare questo metallo. Il ferro dolce, e quello che si è convertito in acciajo, non diventano più abbastanza liquidi per scorrere, ma sono ancor suscettibili d'una mezza fusione, vale a dire, che si ammolliscono; e nelle mani del Chiavajuolo, del Coltellinajo, del Ferrajo, del Brunitore, dell'Armajuolo, del Maliscalco, ec. ricevono un'infinità di forme, onde rendonsi le nostre fabbriche, e le nostre vetture, solide, comode, sicure, e aggradevoli; e ci procacciano dell'armi per nostra difesa, e per li nostri piaceri; e somministrano istrumenti e ordigni per tutte le arti.

L'orefice, il giojelliere, il fabbricatore di panni, e drappi, ministri del lusso e della moda, rimettono sovente l'oro e l'argento istesso nel crogiuolo, per mutare i contorni del vasellame, per dare nuove forme alle scatole, agli astucci, ec. per migliorare od aggiugnere checchè sia ai disegni e agli ornamenti dell'anno precorso: se non avesse questa facilità di fondere e rifondere, il gusto della novità, a cui ci doniamo sì volentieri, arebbe molto meno di rifugi e di mez-

(a) L'arte di convertire il ferro in acciajo, ec.

zi onde appagarsi, e l'industria mancherebbe di modi d'esercitarsi e di perfezionarsi.

Che cosa mai non si fa col rame fuso, ed in particolare con quello che si è reso giallo, mescolandolo colla calamina? V'è egli in oggi alcun mobile, che non ne sia decorato? L'indoratura ch'ei riceve facilmente, e cui fa così bene spiccare e rilevare, non ha coadiuvato poco al grand'uso che se ne fa: ma ciò, in che il gran merito della fusibilità del rame in ogni tempo si è posto, è l'aver potuto e dovuto scegliere questo metallo, con preferenza a tutti gli altri, per formare que' monumenti che trasmettono alla posterità i fatti memorabili, l'effigie degli uomini illustri, e le opere de' gran maestri. I Principi, ed i Curiosi possedono tuttavia oggidì gran numero di bassi rilievi, e di figure di bronzo, che instruiscono i Dotti, e che assottigliano di tutti questi preziosi avanzi dell'Antichità, se il metallo onde son fatti, fosse stato così caro come l'oro o l'argento, così soggetto alla ruggine come il ferro, così tenero come il piombo e lo stagno? L'ingiuria de' tempi, o la cupidigia degli uomini, non avrebbono loro mai permesso di passare intatti ed interi fino al secol nostro.

Lo stagno prima gittato, modellato, e poi ridotto a colpi di martello, fa un vasellame molto meno prezioso, che quel d'argento, ma che non ha la fragilità della majolica, o della terra cotta; per queste due ragioni tal vasellame conviene a maraviglia, riesce, ed ha luogo nelle cucine delle case e famiglie grandi, negli Ospitali, nelle Comunitadi Religiose, e generalmente per tutti, dove è gran numero di gente da mantenere

nere e nutrite, nè v'è d'uopo di una grande magnificenza nel fervigio.

Lo ftagno fufo s' attacca al ferro, mediante qualche preparazione; mercè di queft' unione fi fabbricano quelle foglie fottili, che chiamiamo *latta*, di cui fanfi lavori sì curiofi, e comodi, ed a sì buon mercato; il ferro intonacato di ftagno non s' irrugginifce; ed ecco perchè lo Speronajo fe ne ferve per bianchire i morfi delle briglie; ed in parecchi luoghi fi ha l' ufo di ftagnare ancora tutte le ferrature che fervono alle porte, ed alle fineftre degli appartamenti.

Senza un fimile intonaco di ftagno fufo che mettefi dentro le pentole, le caldaje, ed altri utenfili di cucina, fatti di rame, correremo rifchio perpetuamente d' effere avvelenati dal verderame, che è la ruggine di quefto metallo; e ad onta dell' ufo che v' è di ftagnare gli ordigni di cucina, accadono tuttavia ben molti accidenti per la negligenza de' domeftici, a' quali poco è noto il pericolo d' una ftagnatura confumata, o malfatta, ed i quali provocano il verderame, con lafciar foggiornare per qualche tempo in cotefti vafi, materie falfe, e fughi acidi.

Per quanti ufi non fi fa egli liquefare il piombo? Colato in tavole o laftre, diventa opportuno a coprire i tetti, a formare grondaje, a foderare bacini, e quant' altro ferve a ricevere, confervare, o condur acque. Adoprato caldo, e liquido, ferve a figillare o fermare nella pietra pezzi di ferro, che deon fervire di legami, o qualunque altro lavoro di ferrajo, che abbifogni d' effere fodamente fiffato. Fufo, e ridotto in globetti, egli è più atto di ogni altra maniera a confervare la velocità ch' ei riceve dalla polvere

che c' infiamma nell' armi da fuoco; con questo vantaggio, cui egli ha dal suo peso, unisce quello di non essere metallo di caro prezzo; il che fa che il divertimento e l' utile della caccia diventi comune a un maggior numero di persone.

Siccome v' è d' uopo di maggior calore, per far squagliare la cera, che per liquefare il burro o il sevo: così ogni metallo non divien liquido, se non per quel grado di fuoco che gli conviene; il ferro è il più difficile a fondersi; il rame si fonde con men di fuoco, ma glie n' abbisogna più che all' argento ed all' oro: il piombo cede a un calore più debole, e lo stagno più facile a fondersi non regge al calore che si può dare a materie grasse; per lo che i vasi fatti o intonacati di stagno si guastano, o vanno presto a male, se li maneggia una cuciniera mal accorta, servendosi di essi nel disfar burro, lardo, grasso, ec.

Il fuoco mette in fusione le leghe più presto che i metalli semplici, de' quali son composte; il soldo nuovo della nostra Esperienza, per esempio, si fonderebbe in un grado di fuoco; che non farebbe scorrere separatamente l' argento, nè 'l rame, di cui è fatto. Questa però non è regola generale: imperocchè il metallo bianco, di cui si fanno gli specchi di Telescopio, e tutti quelli che servono alle Sperienze di Catoptrica, questo metallo, dico composto di rame rosso, di stagno, di arsenico, o di antimonio, non si fonde così facilmente come lo stagno puro. Così è del metallo de' campanelli; quello de' cannoni e delle campane resiste a un grado di fuoco, che non è molto lontano da quello che fa di mestiei per fondere il rame, e che molto supera il ca-

lore

lore con cui si fonde lo stagno; queste differenze dipendono verissimilmente dalle proporzioni che si mettono fra i metalli componenti la lega; il grado di fusibilità più partecipa di quel metallo che vi si fa entrare in quantità maggiore.

Nello spiegare gli effetti dell'ultima Esperienza, ho osservato che la moneta s'era così prontamente fusa per l'accendimento del nitro e del solfo, dove ella si trova immersa: questo fatto bene inteso può servire a render ragione d'una pratica, ordinaria in tutte l'Arti, nelle quali si fa uso delle saldature forti; essendo essenziale, che i pezzi, che si vuol saldare, non sieno fusi dal grado di fuoco che hanno a soffrire, gli artefici impiegano due sorte di mezzi per tener lungi quest'accidente; 1. compongono le saldature con tai metalli, e meschiati con tai proporzioni, ch'elleno possano scorrere ad un grado di calore minor di quello che bisognerebbe per fondere i metalli semplici ch'eglino han da scaldare; 2. mescolano i grani di saldatura con qualche materia salina, che prepara e ne accelera la fusione, squagliandosi ella stessa; e quest'è d'ordinario borra polverizzato. Con queste due cautele ottengono, che le due superfizie che hanno da attaccarsi, solamente si scaldano, e si dilatano quanto è d'uopo, per essere coperte e intonacate, e leggiermente penetrate dalla lega fusa, che trovasi e che scorre fra esse.

V. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Un sostegno fatto a guisa di forchè, come lo rappresenta la Fig. 17. tiene, sospeso a due cor-

dine, un vaso cilindrico di vetro sottilissimo, nel quale si è messa dell'acqua limpida e chiara. V's'immerge un piccolo matraccio o vase chimico di vetro, pur sottile assai, ed acciocchè non tocchi il fondo, vi s'inalza con un poco di forza sul collo un cerchietto di soghero, che si fa riposare su gli orli del vase cilindrico di maniera che la palla o il ventre di questo matraccio immerso, è circondata per tutte le parti da circa un pollice d'acqua.

Alla distanza di un piede sotto del vase sospeso, si pianta uno scaldino pieno di carboni ben accesi, e che non facciano alcuna fiamma; e il travicello del sostegno, che è di due pezzi, l'uno de' quali entra nell'altro quanto un vuole, dà la facilità di far discendere il vase verso il fuoco e di avvicinarvelo sempre più, a misura che si riscalda.

Disposto così il tutto, mettasi uno in tal positura, che fra il lume ed il suo occhio si trovi il vase sospeso, ed allora egli osserverà i seguenti.

EFFETTI.

1. Quando l'acqua ha ricevuto 35 o 40 gradi di calore, la superfizie interna del vase cilindrico, sopra tutto quella del fondo, e la superfizie esterna del matraccio si cuoprono di un gran numero di picciole bollicelle, che sembrano esser aria; queste bollicelle s'ingrossano a misura, che l'acqua vieppiù si riscalda; e quand'elleno hanno acquistato un certo volume, si distaccano, e ascendono alla superfizie dell'acqua.

2. A 60, o 70. gradi di calore, si vede alzarsi dal fondo del vase cilindrico, un picciol vapore estremamente fino, e che non si ravvisa se non dopo molta attenzione, e prendendo il lume un po' obbliquamente: questo vapore rassomiglia affatto a quel-

a quello che si osserva attorno delle stufe; e quando egli ha lasciato il fondo del vase, donde sollevasi, lo veggiam dividersi, estendersi, e spandersi in tutta la massa dell' acqua, che perde la sua limpidezza, e diventa fosca.

3. Quando il calore dell' acqua è di 80. gradi o in circa, tutta la massa è ripiena di bollicole impercettibili, che ne intorbidano la trasparenza, e che si sollevano rapidamente in linea dritta, dal fondo del vase sino alla superfizie del liquore ch' ei contiene.

4. Quando il fuoco non è se non a un pollice di distanza, il fondo del vase par come per mezzo aprirsi in molti piccioli buchi i quali non ben si distinguono nè si vedono, ma donde par vedere che esca una materia trasparente, che si divide in più zampilli, o getti, che slanciasi come la fiamma con una velocità estrema; allor l'acqua si solleva da tutte le parti, e vi si formano grosse bollicole trasparenti, che vano a scoppiare su la superfizie.

5. Niuna cosa tale appar nell' acqua del matraccio; la quale molto lentamente arriva a un grado di calore, che è sempre minor di quello dell' acqua bollente, ed ella non bolle mai, quantunque l' altr' acqua che lo attornia continui a bollire per più di un' ora.

VI. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Io scelgo un vetro di termometro, la cui pallottolina ha circa un pollice di diametro, ed il tubo un piede di lunghezza: riempio i due terzi della pallottolina di mercurio, e lego all' estre-

mità del tubo che lascio aperto, la metà di una vescica di carpio, come si può vedere dalla Fig. 18. immergo poscia la palla di quest' istrumento in un bagno d' arena che io scaldo a poco a poco, finchè sia capace di fondere, alcune laminette di piombo, che vi caccio entro, di quando in quando, allor la traggo fuor dell' arena, e la trasporto sopra de' carboni ardenti, tenendola lontana solo un mezzo pollice; scaldata ch' ell' è così per alcuni istanti, e continuando a tenerla al medesimo fuoco, si osserva quello che segúe.

EFFETTI.

1. A certi punti del fondo della pallottollina di vetro, e precisamente ne' siti i più esposti al fuoco, vedesi il mercurio sollevarsi, come se fosse spinto da zampilli o getti continui, e ripetuti, d' una materia trasparente senza colore; e finchè dura quest' effetttò, tutta la massa gorgoglia o bolle. 2. La piccola vescica che è legata all' estremità del tubo, appar rigonfia per tutto quel tempo che così bolle il mercurio. 3. Ma si disgonfia, e ritorna quasi al suo primo stato, quando è raffreddato.

SPIEGAZIONI.

Il ribollimento e gorgoglio de' liquori, e massimamente quello dell' acqua che si fa scaldare, è uno di que' fenomeni, che siamo tanto avvezzi a vedere, che convien essere un po' Filosofo, per poter credere, ch' ei meriti qualche meditazione e riflessione; i più degli uomini non dimandan ragione, se non de' fatti, che lor sembrano straordinarj e rari; tra' quali veramente non è quello di cui favelliamo; eziandio la sua causa non è ignorata da alcuno, poichè si sa, che il fuoco è

che

che fa bollire; ma vi è qualche difficoltà nello spiegare come il fuoco operi questo sollevamento allorchè tra il liquido, e lui, v'è la grossezza di un vase, la cui materia è ordinariamente più densa, che quella ch'ei contiene: è forse il fuoco quello ch'io scerno in globetti nel mezzo del liquore gorgogliante, e quello che ne interrompe la continuità; oppur è egli un altro fluido, che si sviluppa dal seno stesso di questo liquore, o che l'azion del fuoco fa passar dal di dentro per li pori dilatanti del vase? Tai questioni si presentano naturalmente all'animo; e su queste io dirò il mio parere, con la scorta delle due precendenti esperienze.

Un corpo acceso vibra raggi di fuoco da tutte le parti; ei diventa come il centro di una sfera di attivià, che ha più o men d'intenzione, e d'estesa, secondo la natura e la quantità della materia che arde. Così il fondo del vase cilindrico della V. Esperienza, sospeso al di sopra de' carboni ardenti, è esposto a raggi di fuoco, che lo penetrano, esso e la massa d'acqua ond'è caricato; di là nasce un grado di calore sensibilissimo in entrambi.

Questa prima azione del fuoco dilata e fa comparire sotto un volume sensibile tutte le laminette d'aria ch'erano state adetenti alle superfizie sì del vase, come del matraccio; e quando vieppiù ingrandendosi per l'aumento del calore, queste bollicelle hanno acquistata una leggierezza rispettiva, che può superare la forza che le rattiene contro il vetro, elleno se ne distaccano; e vengono alla superfize dell'acqua.

I pori del vetro e quelli dell'acqua dilatata da 60, o 70 gradi di calore, ricevono e trasmettono raggi di fuoco di un più grosso volume; e ciò

probabilmente forma quella spezie di vapore, che vedesi sollevare dal fondo stesso del vase; e che si ravvisa forse men per se stesso, o per la sua ombra, che per mezzo d'una qualche modificazione ch'ei cagiona nella luce, in un mezzo, l'omogenità del quale, e però anche la trasparenza viene alterata: così appresso a poco lo spirito di vino il più puro, quando meschiasi con acqua ben chiara, vi si fa vedere per alcuni istanti, come un vapor diviso per picciole fila, e la rende un po' torbida e fosca.

Quando un calore più forte, o continuato per più lungo tempo, ha dilatato il vetro, e l'acqua ancora più e in un modo completo, possiamo ben giudicare che il fuoco cribrandosi, per dir così, in maggior quantità, ed in parti più grosse, a traverso del fondo del vase, i cui pori sono notabilmente ingranditi, si trovi in istato di rimovere l'acqua, e di riempire uno spazio sensibile: questo spazio ripieno d'una materia fluidissima, che non ha calore, e che è molto più leggiera dell'acqua, debbe avere tutte le apparenze d'una bolla d'aria, e rappresentare gli stessi effetti; cioè, che se dal fondo del vase si spicca un gran numero di simili bolle picciolissime, la loro leggierezza rispettiva, ajutata dall'impressione de' raggi del fuoco, di cui fan parte, le solleva rapidamente a traverso della massa d'acqua; ch'elleno intorbidano, e di cui aumentano il volume.

La trasparenza scema anch'ella, perchè queste picciole bolle d'una materia estremamente rara compongono coll'acqua un mezzo, la cui densità non è più uniforme; e si farà da noi vedere altrove, che in simil caso la luce non si trasmette così facilmente, nè così perfettamente, come allora che

ella

ella ha da penetrare corpi diafani, le di cui parti sono omogenee.

L'aumentazion del volume dell'acqua è una spezie di sollevamento cagionato da coteste bollicole di materia straniera, così picciole ancora, che si fan luogo e passano facilmente ne' pori, che per altro si devono stimar pieni d'una simile materia. Se queste medesime bollicole si vengon dietro ancor più presto, e forman getti o zampilli continuati, entrando più grossa per certi pori del vetro, come si vede realmente, dacchè il calore è arrivato ad un grado convenevole, ben si capisce che i sollevamenti del liquore devono essere più spessi e replicati, e più grandi, e che la trasparenza debb' essere molto imperfetta, ed in realtà questo è lo stato d'una massa d'acqua che fassi bollire.

Ho detto alquanto più di sopra, che quegli spazj trasparenti che interrompono la massa del liquido e che fanno l'ebullizione, avean tutta l'apparenza di bollicelle d'aria; quì aggiungo, ch'elleno non ne han la realità: un liquore, che si tiene al fuoco, bolle fino all'ultima goccia, fin a tanto che sia intieramente svaporato; è egli poi probabile che racchiuda tant'aria, che basti per formar tutte quell'ampolle, che veggiam nascere e gonfiarsi, per tutto il tempo della sua ebullizione?

Ne già mi si dica, che una picciolissima quantità d'aria estremamente dilatata bastar può per quest' effetto: imperciocchè l'esperienza c'insegna, che questo fluido sotto il peso dell' atmosfera non si dilata se non un terzo del suo volume per lo calor dell'acqua bollente. Se fosse possibile misurare tutte le bollicelle che vengono a dissiparsi

sulla

sulla superfizie d' una pinta d' acqua che fassi bollire sin alla siccità, e che si sommassero per averne il volume totale, quand' anche si dibattesse un terzo della somma, ognuno sarà facilmente persuaso, che il resto rappresenterebbe ancora una quantità molto superiore a quella dell' aria che si può ragionevolmente attribuire all' acqua. (*a*)

La sesta Esperienza, nell' additarci che i liquidi anche i più pesanti sono suscettibili d' ebullizione, ci fa altresì credere che non gli mette già in questo stato l' aria, la quale sviluppasi dal loro interno: oltre di che l' occhio può seguitare coteste bollicelle trasparenti dal fondo del vase, ove si vede ch' elleno nascono, fino alla superfizie del liquore, ove dileguasi, egli è evidente che elleno non son formate da alcun fluido capace, come l' aria, di riempire una vescica; poichè quella del carpio che è legata all' estremità del tubo, non appar gonfiata dopo l' operazione, e non lo è neppure nel tempo che si scalda l' istrumento, se non quanto è forza ch' ella sia per la dilatazione del poco d' aria contenuta al di sopra del mercurio della pallottolina, e nel tubo.

M. Muschenbroek ha così bene sentita la difficoltà, o piuttosto l' impossibilità di spiegare l' ebullizione de' liquori per la dilatazione dell' aria, ch' eglino racchiudono, che s' è ridotto ad attribuire

(*a*) Dall' Esperienze di M. Halles, appar che l' aria contenuta nell' acqua, eguaglia appena la cinquantesima parte del volume, *Stat. des Veget. ch.* 6. p. 156. e dalle mie ho raccolto, che ella si poteva calcolare a $\frac{1}{30}$. *Mem. de l' Acad. des Sc.* 1713. *p.* 215.

buire quest' effetto a un *fluido elastico* che è sparso nell' atmosfera terrestre, e che di là passa in tutti gli altri corpi, ma che non è aria (grossolana) quantunque le somigli, dic' egli, in molti conti (*a*). Io non voglio oppormi già all' esistenza di questo fluido, che ci viene indicato in tante diverse maniere, e ch' io medesimo ho ammesso sotto il nome d' aria sottile. (*b*). Ma se altro ci vuole per far ribollire e gorgogliare un liquore, oltre la materia del fuoco che chiaramente vedesi passare per li pori del vaso; vedendo io un' infinità di globi bollenti partire dal medesimo punto della superfizie solida, e questi globicini nascendo sempre dal luogo il più esposto al fuoco, non posso senza qualche pena attribuirli a porzioni di quel fluido elastico che si suppone sparso nella massa, e che aspetta, per dilatarsi, solo un certo grado di calore.

Crederei più volentieri che ricevendo il vase per la parte che tocca il fuoco, più calore che non può l' acqua sostenerne, per esempio finchè ella è in istato di liquore, il primo suolo, che è applicato a cotesta parte troppo calda del vase, si converte in vapore, e che molte proporzioni simili di vapore dilatato dalla copia del fuoco che penetra il vase, sollevano la massa che da tutte le parti le circonda, e per la lor legerezza vanno alla superfizie, dove si dileguano; quando cada una goccia d' acqua sopra un ferro caldo, nello spazio di alcuni istanti brevissimi, ella è svaporata; ma prima, ella forma molti piccioli globici-

(*a*) Eff. de Phys. t. 1. p.436.
(*b*) Tom. 2. p. 457.

bicini di bollitura, che crepano nel punto ſteſſo che compaiono: creperebbono eglino nè più nè meno, ſe foſſero ſoſtenuti da una maſſa fluida più denſa dell' aria, e quaſi calda al par d' eſſi? Io nol credo, e penſo piuttoſto, che cedendo al fuoco che gli ſpignerebbe, e che gli arebbe gonfiati, coteſti piccioli globi di vapore affonderebbono nel liquido, da cui ſarebbono coperti, di cui farebbono apparire interrotta la continuità, e che ſendo più leggieri di eſſo, anderebbono prontamente a diſſiparſi alla ſuperfizie. Ora la parte di un vaſe la più al fuoco eſpoſta, ſi può paragonare al ferro caldo, di cui ho parlato, ed il ſuolo di liquore, che vi ſi trova applicato, ad ogni inſtante può provare l' iſteſſo effetto, che la goccia d' acqua la quale ſul ferro caldo ſvapora.

Se non ſi vede bollir l' acqua del picciolo matraccio immerſo nel vaſe cilindrico della quinta Eſperienza, egli è probabilmente perchè i raggi del fuoco diviſi e indeboliti, nel travalicar l' acqua, che è tra 'l fuoco del vaſe ed il matraccio, non fanno ſe non traſpirare a traverſo della ſua groſſezza, e non han la forza di ſollevare, e far ribollire la porzione d' acqua ch' ei contiene. Aggiugnete a queſta ragione, che queſto piccolo vaſo immerſo non potendo mai ricevere ſe non il grado di calore d' acqua bollente, non ha quel che biſogna per convertire in vapore dilatato alcuna parte di quello ch' ei racchiude, ſiccome è probabiliſſimo che ciò addivenga nel vaſe cilindrico eſpoſto immediatamente al fuoco.

Forſemi ſi opporrà, che ſe il matraccio immerſo nell' acqua bollente conteneſſe, in luogo d' acqua, ſpirito di vino, queſt' ultimo liquore non mancherebbe

rebbe di bollire: il che par che provi che i raggi di fuoco, nel traversar l'acqua che bolle, non s'indeboliscono come io suppongo; perchè penetrano ancora il secondo vase con tutta la forza che abbisogna, per eccitare l'ebullizione.

L'ebullizione dello spirito di vino, sì; ma non quella dell'acqua; quando quest'acqua, per qual che siasi cagione, non sia più facile a sollevarsi e convertirsi in vapore, che quella nella quale ella è immersa.

Dalle due ultime Esperienze si è veduto, che tutti i liquori non bollono ad un simil grado di calore. Siccome ne abbisogna meno per l'acqua che per il mercurio, così ve n'abbisogna meno per lo spirito di vino che per l'acqua; quindi il calore dell'acqua che bolle, quantunque un poco minor di questo che gonfia i suoi globi di bollitura, può bastare per far nascere in un liquore più leggiero, o più svaporabile, quelle picciole picciole bollicelle di vapore che sollevano la massa, e che formano ciò che chiamiamo gorgoglio, croscio, o ebullizione. In una Esperienza della duodecima Lezione s'è veduto bollire dell'acqua per lo calore di un bagno d'acqua non bollente: perchè questo grado di calore troppo debole bensì per eccitar ebullizione in una massa d'acqua carica del peso dell'atmosfera, bastava per farne nascere in un'altra massa, di acqua simile, sulla quale la pression dell'aria era nulla, o quasi nulla.

Non dissimulerò tuttavolta, che ripetendo questa Esperienza, ho spesse volte osservato che il gorgoglio ricominciava ad ogni spinta di stantuffo, quantunque il vaso, che contenea l'acqua, cessasse d'essere immerso nel suo bagno.

Non è possibile attribuire quest'ultimo effetto ai raggi

raggi del fuoco che penetrano il vase dal di fuori al di dentro, e che sollevano i liquori; ma purchè questo liquore sia sollevato da un fluido trasparente e senza colore, che cagiona interruzioni nel volume, e che precipitatamente sale alla superfizie, non importa qual sia questo fluido; il liquor bollirà, o parerà bollire; ora io so, fuor d'ogni dubbio, che quando so il vacuo in un vase, ad ogni pinta di stantuffo vi rientra una materia sottile ch' io credo essere della natura dell' aria; gli veggo sollevare in più e più luoghi lo strato d' acqua, che lascio a bella posta su la piastretta della macchina pneumatica, e di là inferisco, che nel caso presente, questa stessa materia passa in maggiore abbondanza, e più rapidamente a traverso de' pori del matraccio che contiene l' acqua, tanto più che questi pori sono dilatati dal calore del bagno; passando così, ella supplisce ai raggi di fuoco che più non sussistono.

APPLICAZIONI.

Dal detto fin ora, si può raccogliere tre conseguenze. 1. Che l' ebullizione è l' ultimo termine della liquidità; cioè, che un corpo fusibile si liquefà per grado, fin a tanto che bolla; poichè non giugne a questo stato, se non per quanto la materia del fuoco lo penetra, e lo divide sempre più.

2. Che le materie fuse o liquefatte dall' azion del fuoco, continuano a riscaldarsi, fin a tanto che bollono, e che al di là di questo termine il lor calore più non cresce.

3. Che l' ebullizione non è sempre l' effetto del fuoco, ma in generale quello di un fluido, qual che siesi, il quale si insinua e si aggomitola, per dir così, in un liquore, che lo solleva frettolosa-

losamente, e che ne fa vedere la continuità interrotta.

La cera, il grasso degli animali, le gomme, le resine ammollite da un fuoco lento, ci lasciano scorgere parecchi gradi di liquidità, per li quali elleno passano prima che arrivare all'ultimo; ed in ogni arte, in cui si adoprano queste materie, l'artefice è attento a cogliere quel grado che ai suoi fini meglio conviene: il Candelajo, per esempo, si riguarda dall'immergere gli stoppini nel sevo troppo caldo; colui che fabbrica i ceri, o le torcie, non versa sopra de' suoi se non cera appena liquefatta; e con queste attenzioni l'uno e l'altro vengono a capo d'applicare in poco tempo strato sopra strato; il che non sarebbesi, se la materia fosse troppo liquida. Si dee scaldare con moderazioni e riserva la spezie di colla, detta *mastiche*, ed anche *stucco*, che è composta di cera, di pece, di resina, ec. mescolate con qualche polvere pesante, come la cenere, od il cemento; perchè, quando si fonde troppo, la parte grassa divien sì liquida, che la materia pesante framischiatavi per dar la durezza e la consistenza, se ne separa, e cade al fondo del vase.

Il burro, ed i grassi, che si fanno struggere nelle cucine, bollono ordinariamente assai presto, e con molto scroscio o romore; perchè queste materie si trovano quasi sempre mescolate con parti d'acqua, o con alcuni sughi d'erbe; dacchè sono giunte a un certo grado di calore (che però non li farebbe bollire, se fosser puri;) l'umidità ch'elleno coprono o racchiudono, si converte in vapore dilatato, e forma un'infinità di vescichette che crepano con romore.

Vi sono dalle materie, che passano tutt'in un trat-

tratto dalla consistenza di solido, a una liquidità, che pare intera quanto esser lo può, abbenchè da questo stato molto ancora sia lungi l'ebullizione: tale è l'acqua, e. gr. che nel momento ch'ella cessa d'essere ghiaccio, è sensibilmente così fluida, come appar che lo sia quando comincia a bollire: questi due termini comprendono tuttavolta 80. gradi intermedj fra loro; tali sono pure i più de' metalli che scorrono egualmente ne' primi istanti della loro fusione, che dopo d'avere sofferto un maggior fuoco. E'probabile nulladimeno che queste materie, come tutte le altre, si liquefacciano sempre più fino ad un certo segno, che le loro molecule si dividano, e subdividano a misura che il fuoco le penetra; ma probabilmente le loro parti, quando cominciano a disunirsi, sono già sì picciole, che ciascuna d'esse sfugge dai nostri sensi; laddove nella cera, nelle resine, nelle gomme ec. che si fan fondere, la disunione si fa con qualche sorta d'intervalli, e ci lascia veder le porzioni di materia, che cambiano posizione respettivamente le une alle altre.

Appar manifesto, che dopo l'ebullizione cominciata, il calore non fa più progressi, non solamente nell'acqua, come in più luoghi l'abbiam già osservato, ma generalmente in tutti i corpi che possono liquefarsi: laonde giunto che siesi a far bollire dell'olio, della cera, del solfo, del mercurio, ec. riscaldandoli, si è dato al liquido tutto il calore di cui egli è suscettibile, le circostanze stando le stesse. Non si dee quì confondere l'ebullizione colla semplice liquefazione, come veggo che si è fatto in alcune opere moderne, nè dire spezialmente che i metalli non si scaldano più dopo la fusione: non vi è Fonditore, che non sappia il contrario, e che non si

pen-

pentisca qualche volta d'avere lasciata scorrere la sua materia troppo calda, o troppo poco: la bellezza degli specchi che si fan servire ai telescopj, dipende meno dalla composizione del metallo (che non è più un secreto, come dianzi) che dal grado di calore nel quale è d'uopo cogliere la materia fusa, per gettarla in forma: finalmente quanto divario non c'è, rispetto al grado di calore, tra l'acqua che cessa d'essere ghiaccio, e l'acqua che comincia a bollire?

Non veggiamo comunemente che l'azione del fuoco faccia scrosciare o gorgogliare bollendo i metalli nel crogiuolo: e non è la sola lor gravità, che metta obice a questo effetto, come per avventura alcun crederebbe, poichè il mercurio, che per il peso non la cede se non all' oro, bolle quanto gli altri liquori, quando è scaldato sufficientemente. Ma se è vero, come se n'ha gran fondamento, che l'ebullizione di un liquore scaldato, sia cagionata da piccole porzioni della massa, convertite dal fuoco in vapore, e dilatate subitamente in forma di grosse bollicelle, è naturale 'l pensare che la sola azione del fuoco non cagiona nel metallo fuso alcun sollevamento di questa spezie; imperocchè si fa che i metalli non isvaporano, se non discomponendosi, e che queste alterazioni, quando accadono, cominciano dalla superfizie: lo stagno si calcina, il piombo diventa litargirio, il rame ed il ferro si coprono di scorie: tutto questo avviene bensì per l'evaporazione de' zolfi e delle parti grasse, ma il vapore che ne risulta, non parte dal fondo del vase, come bisognerebbe ch' ei venisse, per sollevar la massa, e cagionare gorgoglio, o scroscio di bollitura.

Che il metallo in fusione sia del pari atto a bol-

lire che qualunque altro liquido, purchè il fuoco penetrandolo, vi trovi qualche materia che possa divenir vapore e gonfiarsi, ben si deduce si prova, dal non effervene alcuno che gagliardamente non bolla, quando vi s' immerge un corpo capace d' ivi abbruciarsi e fumare, *e. gr.* un pezzo di legno; o quando egli si versa, in una forma o in un modello che contenga qualche umidità: se il vapore è copioso, o dilatato da un grado grande di calore, come può accadere, quando si cola rame o ferro, queste ebullizioni son più che sensibili, e sono pericolose; imperocchè possono far saltar lontano la materia ardente che gl' inviluppa.

L' ebullizione di un fluido, che si riscalda, non è sempre cagionata dal fuoco che passa dal di fuori al di dentro; ma talora per un intestino calore, per una fermentazione, certe parti si dilatano in un subito e più fortemente che l' altre, diventano globuli di vapore, e si gonfiano: allora la massa è sollevata ed interrotta da vescichette o globicini d' ebullizione; come se quest' effetto venisse dal fondo e dalle pareti di un vase esposto al fuoco; così il vino nuovo bolle nel tino; così veggiam bollire l' acqua nella quale si fa spegnere della calcina.

Finalmente una materia fusa dall' azion del fuoco, e che bolle per un certo tempo, perde sensibilmente della sua massa, o svanisce totalmente: quest' è l' ultimo effetto che ci resta da esaminare.

VII. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Bisogna ben agitare, macinare, e mescolare insieme tre grossi di salnitro fino, ben asciutto, due grossi di sale di tartaro, e un peso eguale di fior

fior di zolfo; ed il tutto sarà messo in un cucchiajo di fero sopra carboni mediocremente accesi. *Vedi la Fig. 19.*

EFFETTI.

A misura che questo miscuglio si riscalda, lo veggiamo arrossire, e quindi annerirsi negli orli o margini; diventa poi liquido, e fuma alquanto; si scorgono alcune picciole fiamme turchine sulle superfizie, e un momento dopo si dilegua totalmente e subitamente con un romore spaventevole.

SPIEGAZIONI.

I cambiamenti di colore, il vapore e la picciola fiamma che si vede su la superfizie del miscuglio, mentre continua a scaldarsi, vengono principalmente dal zolfo che si fonde, e che arde più facilmente che il salnitro, ed il sale di tartaro. Il zolfo liquefatto ajuta ed accelera la fusione delle altre due materie, che pur volerebbono in vapori ed in fiamma, a misura della lor fusione, se non fossero più fissi che'l solfo. Ma però ch' elleno non debbon cedere se non a un grado di calore molto più grande, e l'esplosione delle parti di fuoco racchiuse nei corpi, è sempre tanto più gagliarda quanto più è stata ritardata, siccome l' abbiam già osservato; queste tre materie fuse, intimamente mescolate e riscaldate al di là di quanto esser possono, senza dissiparsi, s'infiammano, e svaporano tutt' in un tratto, e con una estrema violenza; l'aria colpita subitamente da un gran volume di fiamma e di vapore, rimbomba a proporzione della scossa ch' ella riceve.

E' probabile che il sale di tartaro, ch' entra nella composizione di questa polvere *fulminante*, sia la cagion principale della sua impetuosa infiamma-

zione: essendo più fisso che le altre due materie alle quali si trova unito: egli è probabilmente, che ritarda la loro dissipazione, e che da tempo alle parti di fuoco ch' elleno racchiudono, di spiegarsi tutte insieme, e con tutta la loro forza. Quello, che rende questa congettura probabilissima, si è, che 'l ferro e l' oro diventano pur *fulminanti* quando essendo stati disciolti dall' acqua regia, e precipitati in polvere fina da una lescivia forte di sal di tartaro, si espongono al fuoco in un cucchiajo, sopra una padella di ferro, o semplicemente sopra l' estremità di una lama di coltello.

Quando si fan tali sperienze, convien stare un poco in distanza, e in guardia, per timor che il vapore infiammato, o qualche parte della materia ancora in grumi, non salti al viso, o negli occhi; il che sarebbe di dannosa conseguenza: si dee parimenti avvertire, che il fuoco non sia troppo ardente; imperocchè quello che tocca il fondo del cucchiajo, trovandosi fuso troppo presto, e caldo abbastanza, per iscoppiare, questa sola porzione farebbe effetto, ed il resto sol verrebbe spinto e cacciato, senza fulminare.

APPLICAZIONI.

Si può prendere questa come una regola generale, poter ogni materia, di qualunque natura che sia, fare esplosioni violente, e fulminare, s' ella è capace di convertirsi subitamente e totalmente in vapore od in fiamma, ovver s'ella è contenuta in tal maniera che le sue parti esposte all' azione del fuoco, non possano cedere se non tutte insieme: egli m' è avvenuto qualche volta di allentare un poco troppo la vite che ritiene il coperchio della pentola Papiniana, di cui ho favellato nella Lezione duodecima: l' acqua che v' era rinchiusa, e che aveva ancora

tanto calore da poterſi evaporare in totalità, è uſcita allora come un ſoffio impetuoſo, che durò quaſi un lampo, e che ſenza dubbio averebbe gittato ben lontano il coperchio ſe foſſe ſtato libero intieramente. Effetti ſimiglianti han fatto dire a molti valenti Fiſici, che col mezzo del vapore dell'acqua fortemente dilatata, ſi riuſcirebbe a far ſaltare i muri d'una Città, come ſe ne viene a capo con la polvere, ſe queſta dilatazione poteſſe farſi così prontamente, e con tanta facilità, come quella del zolfo e del ſalnitro.

) Queſte due ultime materie meſcolate, e lungo tempo macinate con l'acqua e col carbone di legno, ſi riducono in una paſta, di cui ſi formano de' piccioli grani, facendoli paſſare per crivelli: queſti piccioli grani ben aſciutti ſon quello appunto che chiamiamo *polvere da archibugio*, *o da cannone*; invenzione pregevole ed utile, ſe noi non ne abuſaſſimo; e che ſarebbe troppo onore all'ingegno umano, ſe egli vi foſſe ſtato guidato non dal caſo, com'è aſſai probabile, ma per via di ricerche ragionate. L'autore, il luogo, ed il tempo di queſta bella ſcoperta non ſono ben noti; tuttavolta credeſi quaſi concordemente, che l'uſo dell'armi da fuoco non ſia più antico in Europa del principio o del mezzo del decimo quarto Secolo (*a*).

I più de' Fiſici, i quali hanno parlato dell'eſploſione della polvere hanno attribuito queſto maraviglioſo effetto unicamente all'aria che vi ſi trova come incorporata per l'azione de' peſtelli, ed a quella che riempie i piccoli ſpazj, che i grani raccolti comprendono fra eſſi. " Coteſt' aria, dicono,

T 3 eſtre-

(*a*) Quando gli Europei han cominciato a traſficare coi Cineſi, hanno trovato in quella regione introdotta già la polvere.

„ estremamente e subitamente dilatata dall' azion
„ del fuoco violento che agisce da tutte le parti
„ sovr' essa, si estende con incredibile velocità, e sos-
„ pigne dinanzi a sè tutto quello che le fa ostacolo.

Queste ragioni debbon' entrare senza dubbio nella spiegazione degli effetti della polvere infiammata; nè io ho animo di contrastarle; ma non le credo sufficienti, e bisogna, secondo me, aggiugnervene qualch' altra. Una carica di polvere che s' infiamma, farebb' ella fonder del vetro? Quest' è al più quel ch' ella per avventura farebbe; ma il grado di calore che è necessario per questo, non può dilatar l' aria se non dei due terzi del suo volume; quella ch' esce da un archibugio a vento, e che si estende ben di vantaggio, pur non sospigne per immaginazione una palla di piombo con tanto di forza, quanto ne ha questa medesima palla allorchè ella esce da un fusile ordiario.

Io so bene che M. Bernulli, citato da Varignon (*a*), avendo messo il fuoco con un vetro ardente a quattro grani di polvere, rinchiusi in un lungo tubo di vetro sigillato per di sopra, aperto per di sotto, e immerso in un vaso pieno d' acqua, giudicò dall' abbassamento dell' acqua nel tubo, che questa polvere abbruciata avesse reso un volume d' aria eguale a 200. di que' grani che avea infiammati; ed io accordo, che questa induzione, se nulla v' è da battere, dà molta forza all' opinione di quelli, che attribuiscono all' aria sola i grandi effetti della polvere. Ma come accordar poi quest' Esperienza con quelle di Halles (*Stat. des Veget. cap. 6.*) dalle quali egli conchiude con tutte le apparenze di verità, che le materie sulfuree che si abbrugiano, *assorbiscono dell' aria, più tosto che ge-*

ne-

(*a*) Mem. dell' Ac. des Sc. 1696. t. 2.

nerarne, per valermi dell' espressioni di questo celebre Autore? Saremmo quasi tentati a credere, che nel tubo Bernulliano preaccennato, resti dopo l' infiammazione qualche vapore il quale aumenta un poco il volume dell' aria, con cui si meschia, e fa abbassare la superfizie dell' acqua.

Checchè sia di ciò, una delle principali cagioni degli effetti della polvere, a mio credere, è la sua pronta conversione in vapore, e la dilatazione di questo medesimo vapore per l' accendimento; quanto più questa mutazione di stato è pronta e completa, tanto più l' esplosione è forte: il miscuglio che noi abbiam veduto fulminare nell' ultima Esperienza, farebbe probabilmente tanto sforzo quanto la polvere, se nel momento che scoppia si trovasse chiuso, com' essa, nel fondo di un cannone di metallo; e la polvere farebbe nell' aria aperta tanto romore quanto questa composizione, se la sua infiammazione fosse instantanea e generale come la sua: ma egli è visibile che i grani non si accendono se non successivamente, e quindi il loro sforzo è diviso. In un' arme da fuoco, dove la polvere è ritenuta tra la culatta, e la borra o stoppa, se ne accende di più in un tempo assai corto; però ella scoppia con maggior forza, e maggiore strepito. Essendo che fa di mestieri alla polvere di un poco più di tempo per uscire da un lungo tubo che da un più corto (*ceteris paribus*,) in un pezzo di cannone se ne infiamma di più che in un mortaletto; in un archibugio, che in una pistola; così la medesima misura di polvere ha più o meno di effetto, sì per la forza, come per il romore, secondo la lunghezza dell' arme che n' è carica.

Poichè l' infiammazione della polvere è più com-

pleta, quando vien ritardata la sua uscita; e facile capire, perchè una moschettata faccia più di romore, e cagioni più moto indietto, o come chiamasi, più rinculata, quando la carica è stata eccessivamente ristretta o concentrata dalla borra, o quando una palla di calibro è stata a forza cacciata nel cannone con varie spinte di bacchetta; imperocchè si infiamma allora una maggior quantità di polvere, e così l'esplosione debbe essere maggiore; e sendo che lo sforzo di questa materia accesa si divide tra la borra, e la culata questa ne dee tanto più sostenere, quanto l'altra men prontamente cede.

S'infiamma ancora una maggior quantità di polvere, quando il focone è aperto in maniera, che porti il fuoco alla parte anteriore della carica d'essa polvere; ma l'armi hanno allora troppo di rinculata, e sono incomode nell'uso; vuolsi piuttosto, che il colpo sia un poco meno violento; ed a tal fine si buca il focone de'schioppi da caccia, appresso a poco nel mezzo del sito in cui sta la polvere.

Ma in qualunque maniera che si carichi un pezzo di cannone, od un fusile, vi è sempre una parte notabilissima della polvere, che non piglia fuoco, e che è cacciata fuori da quella che s'infiamma: manifesto indizio di ciò si è, che se ne suol raccogliere per terra davanti alle batterie che hanno tirato per un certo tempo, e si ritrovano i grani interi nella pelle delle persone, che molto da vicino han ricevuto nella faccia colpi di fuoco. Tuttavolta mal s'inferirebbe di qua, che infiammar non si possa se non una certa quantità di polvere in un'arme, e che quello che vi si fosse messo di soverchio, n'avesse ad uscire senza effetto: questa conseguenza che sarebbe dannosissima

nella

nella pratica, è bene spesso smentita da' fucili che crepano per essere stati troppo caricati; ed abbiam l' uso di provare i cannoni, con mettervi una carica raddoppiata; il che suppone, siccome è vero, che di una maggior quantità di polvere, se n' infiamma di più. Sarebbe in oltre un' economia male intesa; misurare la polvere ch' entra in un pezzo d' artiglieria, sul calcolo o su la stima della quantità che ordinariamente s' infiamma; imperocchè tutto non prende fuoco giammai; dal che segue che il colpo sarà troppo debole, se la carica contiene sol quello che vi bisognerebbe, s' ella s' infiammasse totalmente.

VIII. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Scegliete una candela di sevo di 7 in 8 linee di diametro, e che sia stata accesa. Misuratene la lunghezza, e dopo d' averla accesa di nuovo, smoccolatone lo stoppino, esaminate la fiamma di essa in un luogo, in cui l' aria sia cheta in tempo di notte, e chiuse le finestre della camera, voi osserverete ciò che segue.

EFFETTI.

1. La sommità della candela si scava un poco, e piglia forma di un bicchierino, la cui superfizie interiore appar coperta di uno strato leggiero di sevo liquefatto.

2. Dal mezzo di questa cavità si solleva lo stoppino, in cui si distinguono due parti, una bianca e una nera: l' una e l' altra sono bagnate di sevo fuso, ma nell' ultima ch' è la più alta, s' osservano molti piccioli gorgogli, o quasi ribollimenti, particolarmente su l' estremità.

3. La parte nera dello stoppino è involta in una fiamma che s' innalza di un pollice o in circa,

ca, e che prende la forma di una piramide appresso a poco conica, la cui base fosse posta su quella di un emisfero.

4. Quest' emisfero di fiamma, che conviene considerare come trapassato o infilato dallo stoppino, ha il colore di un bel violetto: la parte che è immediatamente al di sopra, è di un bianco un po' rossigno, e quella che seguita sin alla punta, è chiarissima e rilucente.

5. Ma indipendentemente da queste tre parti, che si possono chiamare il corpo della fiamma, l' occhio attento ravvisa in oltre, attorno attorno, un piccol vapore infiammato, ora più, ora meno esteso, e che appanna un poco la sommità della piramide.

6. Quando la candela s' è fatta così ardere per un quarto d' ora, o di più, trovasi che la sua lunghezza è sensibilmenle diminuità. La parte nera dello stoppino divien più lunga, e la fiamma men luminosa.

Spiegazioni.

Forse io verrei rimproverato d' aver trattate sur un tuono serio di dottrina minuzie e trivialità, se ne' fatti che ho mentovati non si considerasse se non la poca necessità di farli conoscere, o la poca loro importanza in se stessi: ma queste sorte di fenomeni, che tali non sono agli occhi del volgo avvezzo a vederli, meritano l' attenzione di coloro che studiano di render ragione di tutti gli effetti naturali, o rari o comuni, che sieno, la cagione de' quali è oscura. E se per entrare in questo esame io mi son fermato su l' esempio familiare di una candela che arde, ogni poco di riflessione farà veder che nello spiegar l' accendimento e la dissipazione di un po' di bambaja penetrata

ta di sevo, metto il mio Lettore a segno d'intender quella di tutte le materie combustibili che spariscono da' nostri occhi, dopo d'avere servito d'alimento al fuoco.

Quando si è messo il fuoco alle fila di cotone che servono di stoppino alla candela, il calor che ne risulta, fa struggere i primi suoli di sevo, e li converte in un liquore che si porta, per due ragioni, verso la fiamma che è al di sopra; primieramente perchè le fila di cotone adunate, e un poco torte, fan l'ufizio di tubi capillari, o di spugna; in secondo luogo, l'aria essendo molto rarefatta dal fuoco nella parte superiore dello stoppino, la pressione di quella che pesa al di sotto, può ben far ascendere quel che vi trova di liquido.

Essendo l'estremità della candela un circolo di materia fusibile, ed il calore che regna nello stoppino acceso essendo più da presso al centro che alla circonferenza, fassi una spezie d'escavazione, in fondo a cui si raccoglie il sevo a misura che si fonde o strugge.

Il sevo, meramente fuso, è ancora molto lontano dal grado di calore, che gli è d'uopo per bollire ed infiammarsi; e' non può acquistarlo se non quando è bastevolmente lontano dalla candela che è fredda; ed ecco perchè vi è sempre una parte dello stoppino che resta bianca, che non s'accende, tuttochè sia piena di materia combustibile.

Il sevo avendo acquistato un calore sufficiente, bolle alla fine nella parte superiore dello stoppino; e siccome l'ebullizione de' liquori è essai vicina alla loro evaporazione, questa materia si converte in vapore, e si dissipa: laonde dopo un certo tempo la candela appar sensibilmente diminuita e di peso, e di lunghezza.

Quando parti grasse sono a questo modo divise e ridotte in vapore, non manca più ad esse fuorchè un picciol grado di fuoco per infiammarsi, come il si può vedere, approssimando una candela accesa ad un'altra poc'anzi estinta, Fig. 20. Quanto all'infiammazione che continua a far risplendere il vapore, io credo ch'ella proceda dal fuoco che si sviluppa dalle parti stesse della materia evaporata, e che con tanto più di forza risplende, quanto ha avuto bisogno d'essere eccitato più fortemente per uscirne.

Se tutto quello che compone una candela, ed il suo stoppino, fosse egualmente combustibile, e tutte le parti che s'esalano in vapori fossero al grado di calore che abbisogna per metterle a fuoco, la fiamma sarebbe tutto di un medesimo colore, sarebbe egualmente lucida in tutte le sue parti: ma le materie le più infiammabili sono sempre mescolate di qualche altra sostanza, che non è infiammabile, o lo è meno. Il sevo è lo stoppino, per esempio, oltre la parte puramente combustibile, che dà una fiamma lucida e pura, contengono particelle acquose, ed altre, ancor più grossiere, che non posson produrre se non fumo o carbone; di qua vengono la nerezza dello stoppino, e quel colore rossigno che si osserva nella punta della fiamma, e un po' al di sotto del mezzo. Queste fuliginosità possono anche attribuirsi legittimamente alle parti grasse che soprabbondano nella fiammma, e che sol vi passano, senza accendersi, o perchè non hanno acquistato un grado sufficiente di calore, o perchè non sono attenuate al segno a cui esser lo debbono per pigliar fuoco.

Quanto al colore turchiniccio, o violetto, della fiamma nella parte più bassa, si può attribuirlo

lo al solfo che si consuma; o sia che questo solfo trovisi naturalmente nel sevo e nel cotone, o che vi si componga per l' unione di qualche acido con la parte grassa.

La fiamma di una candela è dunque un fluido acceso e luminoso, che tende a dilatarsi e dissiparsi; non essendo la sua tendenza determinata verso un punto più tosto che verso l' altro, dobbiam credere, che ei prenderebbe da sè una figura sferica, o in circa, se cagioni esteriori non l' obbligassero a seguitare una certa direzione, e non cambiassero la disposizion naturale delle sue parti. Questo vapore ardente è immerso nell' aria, fluido anch' essa più pesante del primo; secondo le leggi dell' idrostatica e' si dee portare da giù all' insù, siccome fa appunto, per la sua leggerezza rispettiva; di maniera che se il vapore acceso e distaccato dallo stoppino non fosse seguitato senza interruzione da altre porzioni di vapore simili, non si vedrebbe se non una picciola fiamma, quasi rotondata da tutte le parti innalzarsi in circa all' altezza di un pollice, e quasi subito estinguersi. Ma essendo che lo scorrere e l' accendersi del vapore è continuo; si dovrebbe per verità veder la fiamma sotto la forma di un cilindro, terminato in alto da una convessità; e possiam presumere ch' ella averebbe in fatti cotesta figura, e non quella di una piramide quasi conica, che vi veggiam quasi sempre, se un' altra cagione non ostasse, di cui farò tosto parola.

L' estension del vapore che s' esala attorno e dall' estremità dello stoppino, non è confinata nella fiamma, o in tutto quel luminoso che vediamo. Ella passa questi limiti; e particolarmente nella sommità, ognun s' accorge che il vapore s' allarga

ga a più pollici di distanza. Perchè dunque questo vapore, acceso una volta, non conserva la sua infiammazione o la sua luce, per quanto ha di estensione? Perchè a misura ch' ei s' estende, diventa più raro; e con ciò più atto a raffreddarsi, ed estinguersi per l' aria ambiente; così che il solo nucleo, direm così, o la parte sua più densa, resiste a questo raffreddamento, e conserva tanto calore, che rimane infiammato e riluce. Due sperienze servir possono a provar ciò. 1. Se si accostano due candele accese, l' una all' altra, così che non vi sieno se non poche linee di distanza fra le due fiamme; si scorge fra esse un picciol vapore infiammato; Fig. VI. che probabilissimamente non è altro se non la porzione estinta che ripiglia fuoco per lo nuovo grado di calore, che le due fiamme, approssimandosi, fan nascere nello spazio che le separa; e ciò è tanto più verisimile, quanto che le due fiamme s' allungano allora considerabilmente. 2. Ricevasi la fiamma di una grossa candela in un tubo di vetro sottile che abbia 7 in 8 linee di diametro, e circa quattro pollici di lunghezza, Fig. 22. Ella si vede subito allungarsi considerabilmente, con quasi tanto volume in alto, che abbasso; forse, perchè meglio conservando il suo calore in questo tubo, che anch' ei si riscalda, meglio, dico, che nell' aria che di continuo rinovasi, le parti infiammate restano più lungo tempo in questo stato.

Egli par certo adunque, che il volume della fiamma sia ristretto e diminuito dal raffreddamento, che l' aria ambiente cagiona. Ma però che questa fiamma è un vero scorrimento, un fluido che partendo dallo stoppino s' avvanza dall' ingiù all' insù, in un altro fluido che lo raffredda, e

che

che n'estingue sempre alcune porzioni; egli è quasi evidente, che la parte inferiore, quella che attualmente s'infiamma, debb'essere più grossa che le altre, le quali sono al di sopra, e che hanno già sofferti de' raffreddamenti, e dell'estinzioni; si dee pur concedere, che la fiamma ha da scemare in grossezza sempre più, secondo ch'ella ascende, poichè ascendendo fa sempre nuove perdite. Rappresentatevi un cilindro posto verticalmente, di cui si ristrigne ognor più il diametro della base fin alla sommità; che debb' egli restare dopo queste diminuzioni, se non se una piramide conica, od una figura tale, qual ce la presenta la fiamma di candela?

Se aggiugnerete in oltre al raffreddamento cagionato dall'aria, l'attrito che dee provare un fluido il qual ne penetra un altro; concepirete facilmente, che se quello che si muove, doveva essere secondo l'origine del suo discorrimento, un getto o zampillo cilindrico, s'assottiglia e diventa piramidale per li successivi rallentamenti sofferti dalle parti della sua superfizie, a cagion del fluido ambiente; tal è la figura rappresentataci dall'acqua che varca l'aria, dopo d'esser uscita da un vase il cui fondo è perforato con buco rotondo, Fig. 23. Nulla osta che pensiamo, soggiacer la fiamma a tali attriti o fregamenti, sollevandosi nell'aria; e concorrere una tal cagione all'effetto, di cui favelliamo.

Finalmente la parte nera dello stoppino diventa più lunga, perchè il fuoco segue l'abbassamento dell'estremità della candela che si consuma, somministrandogli il suo alimento, e la luce divien fosca, perchè il fluido luminoso è allora interrot-

to

avventura inflammabili, per un grado di fuoco più considerabile di quello che basta per essa? L'idea che io mi ho formata dello stato naturale del fuoco ne' corpi, mi determina all' affermativa; e per giustificare la mia opinione, che parrà singolare, mi convien quì riassumere in poche parole ciò che hò già insinuato in più luoghi di questa Lezione, e della precedente.

Io penso, co' più de' moderni Fisici, che vi sia del fuoco per tutto ed in tutto: che quest' elemento occupi i vacui lasciati fra le molecule di un corpo solido, e ch' ei gli distende più o meno secondo il grado attuale della sua attività. Oltre questo fuoco, che si può considerar come ambiente in riguardo alle piccole masse componenti un corpo, credo inoltre, che la più picciola porzion di materia, di qualunque spezie ch' ella sia, (n' eccettuo solamente gli atomi, se ve ne sono) rinchiude al di dentro di sè un poco di questo medesimo fuoco, che non può mettersi in libertà, di spiegarsi, e splendere, se non dopo d' aver rotto il suo involucro, ma che nol rompe e non ne dissipa le parti se non dopo d' aver ricevuto un grado di forza proporzionato e superiore alla resistenza de' legami che lo ritengono. Ora essendo che le parti della materia sono più o meno difficili a disunirsi, secondo la spezie, in un misto che si abbrugia, le molecule di un certo ordine potranno cedere alla potenza interna che tende a dissiparle, perchè il grado di fuoco che regna attualmente nella massa totale, basta per causar tale sforzo vittorioso, mentre altre resistono; non già che in esse manchi una cagion simile di disunione, ma solo perchè questa cagione non ha ri-

cevuto dal fuoco esterno una intensione bastevole, per aver il suo effetto.

Laonde, in questo senso, tutto è infiammabile: il carbone che resta meramente rosso, quand' è acceso, conserva questo stato, perchè di suolo in suolo, al fuoco rinchiuso nelle molecule della superfizie, si sviluppa lentamente, e sol discioglie parti che stentano a lasciarsi, e che gli resistono molto più di quelle le quali si sono dal bel principio evaporate in fiamma ed in fumo; il sale stesso e la terra, che fan la cenere di questo carbone abbruciato, e che si presentano quasi sempre sotto la forma ed il colore d' una polvere grigia, diventeran rossi come il carbone, se vi si applicherà un grado di fuoco che avvivi sufficientemente quello il quale è incepato dentro quelle parti fisse, e che lo faccia risplendere a traverso de' suoi involucri. Diciam di più; io sono persuaso che anche l' acqua diventerebbe ardente e lucida, se le parti elementari componenti le sue molecule, e che io suppongo racchiudere in sè una picciola porzione di fuoco, potessero disunirsi con tanta facilità, quanta le molecule stesse ne hanno a lasciar la massa, per isvaporare.

Come, diranno alcuni, l' acqua è anch' ella alimento del fuoco?

Non disputiam delle parole: se per alimento del fuoco s' intende ciò che infiammasi più facilmente, ciò che è più atto a mantenere ed aumentare quegli incendj de' quali facciam uso nelle nostre cucine, o in tempo di notte per aver del lume; certo è che le materie grasse spiritose, sulfuree, &c. meritano questo nome per preferenza: ma se si affige a questa espressione un' idea più ampia, e se chiamasi alimento del fuoco una materia

ria cui quest' elemento valga a disciorre, una materia cui l' azion del fuoco possa far apparire tutt' accesa, una materia in somma, della quale una quantità più grande faccia un più gran fuoco; quando tutte le sue parti sono avvivate dallo stesso grado di calore, io confesso di non conoscere alcun corpo, a cui mi creda aver ragione di negare tal nome. Un grano d' arena e una picciola goccia d' olio contenendo entrambi una porzion di fuoco, parmi di veder chiaramente che questa cagione interna opererà la dissoluzione di questi due piccoli esseri, acquistato ch' ella avrà forza da vincere la tenacità delle loro parti: con questa differenza solamente che l' olio cedendo più facilmente, si dissiperà in un vapor luminoso; laddove l' arena più fissa, screpolerà o s' aprirà, per lasciar risplendere al di fuori il fuoco in se racchiuso, e si dividerà in una infinità di parti le quali non dissiperannosi.

Il colore della fiamma varia secondo le diverse materie, che si abbrugiano: lo spirito di vino puro, ed in genere quel che si estrae da tutti i vegetabili, dà una fiamma leggiera e di un bianco brillante: quella dell' olio, e del grasso è un po' gialla; e quella del zolfo è turchina; quando si accende un corpo misto che contiene di tutte queste materie, la fiamma che se ne solleva, dee partecipare più o meno di tutte queste tinte, che ancor si combinano con strisce di vapor nero o di fumo; ecco quanto basta per render ragione di tutti que' colori che s' osservano nella fiamma d' una fascina, o di un pezzo di legno ben acceso.

Per occasione dell' esperienza riferita qui sopra, della fiamma d' una candela, che riempie quasi affatto un tubo di 3 o 4 pollici, osserverò che

il fuoco che si fa nel focolare di un camino, non diventa pericoloso se non quando la fiamma s'innalza tanto ch'empia la canna; imperocchè allor non hassi a stimare più la sua altezza, secondo quella ch'essa fiamma avrebbe fuori di tal circostanza; convien pensare ch'ella s'allunga notabilmente per le ragioni che ho dette, e ch'ella è a tiro d'accendere la fuligine fino a una grandissima distanza.

Quando si fa una lampana, o fiaccola con spirito di vino ben iscarico della flemma, lo stoppino, s'egli è di bambagia, non si converte in carbon nero, come quello d'una candela, o d'una lampana ad olio, perchè la fiamma è troppo leggiera e troppo svaporabile; per ciò non è necessario, che uno stoppino arda o brugi, purchè sia imbevuto della materia che dee mantenere la fiamma; veggiam da per tutto degli scaldini di spirito di vino, i lucignoli de' quali sono fatti di picciole lame d'argento legate in fascetti, e un poco sulla sommità sparpagliate.

Gli stuppini troppo lunghi o troppo laschi fanno fumare le lampane, perchè somministrano al fuoco più di materie, ch'ei non ne può consumare; il superfluo non s'accende, e s'esala in fumo nero: gli stoppini troppo serrati e attorti, non succiano abbastanza di materia; la fiamma illanguidisce; e quelli che son troppo corti, portano al fuoco il sevo e l'olio, innanzi che abbiano abbastanza di calore; eglino non ponno riuscire se non collo spirito di vino, che s'infiamma, quand'è ancora sol mediocremente caldo.

L'Esperienza della candela di fresco spenta, che si riaccende col suo stesso vapore, mi dà motivo d'av-

d'avvertire, ch' egli vi è del pericolo nell' avvicinarsi con un cero acceso, o con altra fiamma, ad una materia grassa, resinosa, o spiritosa, calda e fumante; il fuoco potrebbe appicciarvisi in molta distanza, e cagionare grave disordine; veggonsi pur troppo spesso degli accidenti di questa spezie, sopra tutto, dopo che la fabbrica e l' uso delle vernici sono un esercizio ed un divertimento di tante persone.

Ma dove vanno poi tante materie, che l' infiammazione dilegua e fa svanire tutto dì dagli occhi nostri, dopo che per alcuni momenti le ha fatte risplendere?

Essendo che niuna cosa s' annichila, nè le spezie periscono, ad onta del consumo che se ne fa giornalmente, creder dobbiamo che tutti questi corpi divisi e disfatti dall' azion del fuoco, a segno di non esser più niente di quel che erano, quanto alla forma sensibile, disperdansi nell' atmosfera, come in un gran serbatojo, dove la natura ripiglia, secondo i suoi bisogni, e le sue mire, tutti cotesti materiali, per impiegarli in nuove produzioni.

SEZIONE IV.

De' mezzi principali di aumentare, e di sminuire l' azione del fuoco.

QUI si tratta del fuoco usuale, vale a dire di quello di cui comunemente ci serviamo, dell' accendimento di una materia che si dilegua in fiamma ed in fumo, e di cui non resta se non la cenere, o niente, dopo l' infiammazione; tale è un fuoco di legna, di carboni, d'olio, di spirito di vino, ec. In quanto ai raggi del

Sole,

Sole, facendo noi vedere nella Lezion precedente, ch'eglino sono un vero fuoco, ne abbiam detto abbastanza, per far capire che il calore da essi prodotto, dee crescere a misura che si raccolgono in maggior numero sopra un medesimo luogo; il che dipende dalla moltiplicazione, dalla grandezza, o dalla perfezione degl' instrumenti che fan coincidere i raggi.

Osserverò solo a questo proposito, che l'intensione de' raggi raccolti cogli specchi dioptrici, o catoptrici, non cresce solamente in ragione della densità che acquistano avvicinandosi al loro foco comune, ma ancora secondo qualche altra progressione, che ben non si conosce; di maniera che, se si dividesse, e. gr. in parti eguali l' asse del cono luminoso, la di cui base è appoggiata allo specchio (a), il medesimo corpo collocato successivamente in tutte queste divisioni, non vi piglierebbe gradi di calore sempre proporzionali al numero de' raggi che il suo grado di distanza gli farebbe ricevere. Si liquefarà nel foco, o vicino al foco, un pezzo di metallo, il quale non scalderebbesi se non mediocremente, se si dilungasse un poco; ove il numero de' raggi che percuoterebbono la sua superfizie, non sarebbe già considerabilmente diminuito. Egli pare, che i raggi, strignendosi reciprocamente, prendano una nuova forza, indipendentemente da quella, che dal lor maggior numero risulta.

Tre maniere principalmente ci son note, col mezzo delle quali si arriva ad accrescere l'azione e gli effetti d'uno stesso fuoco; vuò dire, di un fuoco mantenuto colla medesima materia, 1. Aumentando la quantità di questa materia, che gli serve

(a) 13. Lez. Fig. 10. e 11.

ferve d'alimento; 2. Concentrando la sua azione, od impedendo ch' ella si estenda, o dissipi in troppo grande spazio; 3. Dirigendo verso un istesso luogo cotesta azione, o le parti accese, che s' esalano.

La prima maniera d'accrescere il fuoco è talmente usitata, che io non credo di doverne far molte parole; ognun sa che un fascio di Paglia, una fiata accesa, se gli si aggiugne il secondo, il terzo ec. il fuoco cresce, ed il calore si estende a proporzione; tuttavolta convien badare, che una materia, ancorchè scelta nell' ordine di quelle che nominiam d' ordinario combustili, non piglia sempre fuoco, e non aumenta un incendio cominciato, quando al fuoco a cui s' aggiugne, non sia proporzionato al di lei volume, e al di lei grado d' inflammabilità; inutilmene si adunerebbono grossissimi pezzi di legno attorno di un picciolissimo fuoco di paglia; e non ne sarebbono fuorchè anneriti; ed abbiamo di già osservato che un lumignolo od una meccia di cotone ravviluppato e cerchiato dalla fiamma dello spirito di vino, si conserva intero. Il vero è che vi son delle fiamme più calde, più attive le une che l' altre, e per mantenerle, è d' uopo di materie, il grado d' inflammabilità delle quali convenga loro: questo grado d' inflammabilità dipende non sol dalla natura del corpo combustibile, ma ancora dal suo volume, e dalla sua densità. Il legno per se stesso è inflammabile, a segno di potersi accendere colla paglia che arde; ma se questo legno è in pezzi sterminatamente grossi, bisognerebbe applicarvi per ben lungo tempo un fuoco di questa spezie, a volerlo intaccare; imperocchè un corpo non s' accende se non dopo d' aver ricevuto un

certo grado di calore, e se la sua superficie esposta a una debol fiamma, si mantien fredda per la quantità della massa, non ne risulterà, al più, che una infiammazione leggiera e superfiziale.

Il quì da me osservato basta, per render ragione dell' estinzione d' una candela, che per un momento si tiene rovesciata, o che s' immerge in un liquore inflammabile, ma freddo dell' estinzione del legno verde mediocremente acceso, di cui non venga sostenuto l' accendimento con un altro più secco; nell' uno e nell' altro caso il fuoco non manca d' alimento; ma nel primo, quest' alimento non ha tempo di riscaldarsi abbastanza; e nel secondo non lo può, a cagion dell' umidità ch' ei rinchiude.

Passo alla seconda maniera d' aumentare l' azione del fuoco, e prendo a far vedere che una stessa fiamma, o le stesse bragie scaldano molto più, quando il lor calore non è ritenuto da ostacoli che impediscano che si estenda; che quando la fiamma, ec. si lascia libera, sì che possa diffondersi, o spandersi alla lontana, e quasi vagare.

PRIMA ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

AA, *Fig.* 24. è un vase appresso a poco cilindrico di latta, o di ottone, aperto, tutta la sua larghezza, in alto e abbasso, mercè d' una piccola arcata di 2 pollici $\frac{1}{2}$ d'altezza sopra 2 $\frac{1}{4}$ di largo; oltraciò egli è perforato con tre molto più piccioli fori, disposti a interstizj eguali su la rotondità del vase, e tutti e tre all' altezza della sommità dell' arcata.

Questo primo vase riceve successivamente due spezie di capsule, o tinozzi di metallo, che vi si internano quasi fino al terzo della sua altezza; nell'

nell' una delle due si mette dell' acqua, e nell' altra dell' arena ben asciutta.

Si fa passare per l' arco il canal d' una lampana a tre stoppini, che si accendono, e che si tengono corti, ed in forma di spazzolette o pennelli, acciocchè non fumino; il ventre B di questa lampana contien dell' olio d' olive.

EFFETTI.

Quando la capsula piena d' acqua, ha ricevuto per una mezz' ora il calor della lampana, se vi s' immerge un termometro, si scorge all' ascension del liquore nel tubo, che il grado di calore non è molto lontano da quello dell' acqua bollente.

La capsula che contiene la sabbia, esposta anch' essa per un egual tempo al fuoco della lampana, si vede, immergendovi un termometro di mercurio, che il grado di calore è più grande che quello dell' acqua precedente provato.

SPIEGAZIONI.

Niuno averà difficoltà a convenire, che l' acqua e la sabbia non si sarebbono mai riscaldate, se si fossero sol tenute a 6 pollici di distanza sopra tre picciole fiamme, simili a quella della nostra Esperienza; egli è certo, che questo grado notabile di calore che han ricevuto, debbesi principalmente alla cura che si è usata di rinchiudere cotesto piccolo fuoco nel vase cilindrico, che portava la capsula, ed io mi studierò quì d' esporne le ragioni.

Il fuoco in virtù della sua forza espansiva tende a spandersi da tutti i lati: egli determina allo stesso modo tutte le materie de' corpi che ei disunisce, e che s' esalano con esso; così li tre piccioli lucignoli della lampana, che ardono insie-

me,

me, devono essere considerati, come il centro d' una sfera d' attività, i cui raggi vanno a percuotere le pareti del vase A A, ma a cagion della forma di questo vase i raggi di fuoco o di calore sono riflettuti verso l'asse dello spazio cilindrico ch' ei racchiude, e la loro azione trovandosi quasi concentrata, adopera con tanto maggior forza sopra tutto quello che l' è d' intorno; di quì avviene che le pareti del vase, e la capsula che lo cuopre, si scaldano considerabilmente.

Questa concentrazione di calore non dipende gran fatto della figura del vase; l' istesso effetto appresso a poco sarebbe, quand' anche ei fosse quadrato: ella principalmente nasce, dall' opporsi uno ostacolo ai raggi tendenti a dissiparsi, prolungandosi; e che in realtà si dissipano, quando lor si lascia la libertà, come l' esperienza insegna.

La capsula con quel ch' ella contiene, si scalda più lentamente, ma maggiormente che le pareti del vaso; perchè ella oppone più di materia da penetrare, e l' azion del fuoco continuata cresce, come già l' ho dato ad intendere, a misura delle resistenze che ha da superare.

Per quest' ultima ragione s' è riscaldata la sabbia più dell' acqua; imperocchè il fuoco ch' ella contiene, essendo più lento a mettersi in azione, diventa tanto più forte, quando ciò che lo trattiene, vien a cedere.

APPLICAZIONI.

La Chimica, quell' arte maravigliosa, che fa investigare gli arcani della natura, con discomporre o disfare le di lei opere, impiega in quasi tutte le sue operazioni un fuoco, la cui azione è regolata da fornelli: e questi fornelli non sono altro che vasi differenti tra essi per la materia, di cui

son

son fatti, per la loro grandezza, per la loro forma, ma che si somigliano nel racchiudere una certa quantità di materia accesa, di cui ritengono il calore, per farlo agire sopra qualche sostanza, che si vuole intimamente scaldare. In un tratto di Chimica, cercar dee il Lettore la costruzione di tali strumenti, la scelta delle materie, che vi si debbono abbruciare, e le regole da seguitarsi, per ottenere il tale o tal grado di fuoco relativamente alle diverse mire che un si ha proposto. Io non entrerò in questi particolari, che troppo mi allontanerebbono dal mio argomento; ma credo di far piacere al Lettore, additandogli un fornello, il quale può alluogarsi per tutto, senza causare impaccio; il quale esige poca cura, poca spesa, e poco sapere; e col quale si può far in picciolo molte curiose ed utili operazioni.

Il corpo di questo fornello, che ha in circa 9 pollici di altezza, con 6, o 7 di diametro nel più largo, è affatto simile nella sua figura al vase A A (*Figura* 24. della nostra ultima Esperienza; ei rinchiude, come quello, il fuoco d' una lampana a tre stoppini, il cui ventre o ricettacolo è pieno d' olio d'olive; s' accendono tutti questi tre stoppini, o solo una parte secondo il grado di fuoco che si vuole avere; e se si ha l' avvertenza di farli corti, convenevolmente serrati e stretti ne' piccioli tubi per li quali passano, affine di coglier l' olio, e sì, che l' estremità che arde, abbia la forma d' una spazzoletta, o di un pennello che ha perduta la sua punta; eglino potranno ardere per cinque o sei ore; ed anche di più, senza fumare, e senza far sentire odor cattivo.

Il fornello così acceso, riceve una spezie di cal-

dai-

daino di lata, *fig.* 25. il qual s'empie d'acqua bollente per l'orifizio C, dove è immersa e fermata una cucurbita di stagno D. Al collo di questa cucurbita si unisce una testa, o coperchio di vetro, o di mettallo E, con sopra un refrigerante F, guernito d'una picciola chiave, per facilitare il rinovamento dell'acqua che vi si mette. Si adatta poscia al becco del detto coperchio o cappelletto un picciolo vase chimico, di cui si fa reggere la pollotola su un sostegno che s'alza e s'abbassa a piacere; come veder si può dalla *fig.* 26. che rappresenta tutti questi pezzi insieme.

In luogo della cucurbita a bagno maria, testè mentovata, si può aggiustare al fornello un bagno di sabbia, *fig.* 27. nel quale si pone una cucurbita di vetro col suo cappello G, ec. ovver, una retorta H, che pur cuopresi d'arena, e di un coperchio in forma di cupola, che serve quasi di riverbero. *Vedi le Figure* 28, e 29.

Con un simil fornello, si può avvantaggiarsi nell'uso della lucerna o d'altro lume che molti tengono la notte nella loro stanza; basta sostituire alle lampane, o fiaccole, solite adoprarsi, quella di cui poc'anzi ho fatto menzione, l'olio che si abbrucia quasi sempre inutilmente servirà a far gire il fornelletto, e la mattina susseguente se ne troverà il prodotto.

Il bagno di sabbia è comodo per mantener caldo il brodo, o la bevanda di un ammalato, il caffè, il tè, ed altre pozioni; per tener in digestione certe droghe le quali s'hanno a prendere per forma di rimedio o d'altra guisa, per fare evaporazioni lente ec.

In somma, comodissimo è questo istrumento, per fare saggi di distillazioni, e per estrarre l'o-
lio

lio essenziale delle piante aromatiche. Si mette nella cucurbita del bagno maria, *e. gr.* un pugno di fiori di spigo con una pinta (o due fogliette) d'acquavite; si cuopre del suo cappelletto, e del refrigerante che s'empie d'acqua fresca: due stoppini accesi, o tre; se si vuole gir più presto, fan distillare circa una foglietta d'uno spirito di vino assai carico d'odore, e che non fa da fuoco.

Si deve adoperare la cucurbita a bagno di arena per materie più pesanti, o le quali fossero capaci di guastare la cucurbita di stagno, come l'aceto, la terebintina, ec.

La retorta a bagno d'arena, col riverbero e tre stoppini accesi, servirà per distillare materie ancor più pesanti, come il mercurio, se occorresse di ben purgarlo; o per distillare l'acqua forte citrina che infiamma gli olj essenziali delle piante, e che è una distillazione di salnitro fino, ben seccato, e meschiato coll' olio di vitriolo.

Il Fabbro getta dell'acqua, per aspersione, sul carbon di terra, con cui mantiene il fuoco della sua fucina, quando s'accorge ch'egli arde un po' troppo nella sua superfizie; per cotal mezzo, da lui conosciuto utile per esperienza, ei forma una spezie di volta sempre estinta, sotto la quale, come in un fornello di riverbero, il fuoco concentrasi ed esercita la sua azione quasi unicamente sul metallo, che si fa scaldare.

Le stufe sono anch'elle una spezie di fornelli, nell'interior de' quali il calore d'un poco di brage accese s'applica comodamente ad un gran numero di corpi, che si vuol mantener caldi e asciutti: così si conservano nelle dispense i frutti confetti, i canditi, ed altre preparazioni di zucchero, che presto averebbe l'umidità guastate; con questo mez-

zo ancora quelli che adoprano vernici grasse, finiscono nello spazio di alcuni giorni, e nelle stagioni le men favorevoli, finiscono, dissi, que' lavori per li quali una volta avean bisogno di più mesi di un bel tempo.

Un paravento spiegato e collocato in una camera grande, vicino e rimpetto al camino, non solamente serve a difendere le persone, che si scaldano dall' aria fredda che il fuoco attrae, ma in oltre riflette il calore, lo ferma, e impedisce che non si dissipi; in una parola, fa, direm così, l' ufizio d' una stufa, eccetto che l' aria si rinova per di sopra, nello spazio ch' ei racchiude.

II. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

Abbiasi in pronto una candela grossa, accesa; e s' inclini un poco il suo stoppino; e con cannellino di vetro o di metallo, ricurvo, ed aguzzo da un capo si soffi su la fiamma in quella direzione, che pare opportuna. *Vedi Fig.* 30.

EFFETTI.

Cotesta fiamma, la quale ordinariamente arde senza strepito, ned ha al più se non un pollice e mezzo di lunghezza, e che appena sarebbe capace di far rovente una spilla, od un ago da cucire; quand' ella è attivata e soffiata nel modo che ho detto, fa un romore considerabilissimo (*a*), s' allunga di più pollici, e arde con tanta attività, che ammolisce o liquefa il vetro, ed i più duri metalli.

SPIEGAZIONI.

Io considero tutte le parti della fiamma come

tan-

(a) Ciò succede molto d' ordinario; ma però, quando il cannellino è minutissimo, e quando si soffia mediocremente, non si sente rumore.

tante picciole porzioni della materia combustibile, che si rompono e scoppiano per lo sforzo del fuoco ch' elleno racchiudono, e che si mette in libertà: tutte queste piccole esplosioni particolari ne fanno una totale, che percuote l'aria ambiente, e che fa dello strepito, quando è subita e impetusa; ma che si ode appena, quando si fa lentamente, o quando una volta la fiamma s'ha fatto luogo nell' aria. Così già non avviene, allorchè sforzasi l' aria ad entrar nella fiamma: le parti che scoppiano ad ogni istante, deono sopra essa portare il loro sforzo, e le scosse ch'ella riceve, s' han da far sentire: almen ciò mi par verisimile. Si può parimenti considerare, che vi son sempre nell'aria delle parti umide, che slanciate con essa in un fuoco molto attivo, debbon fare (serbata ogni proporzione) quello che far veggiamo una goccia d'acqua che cade sopra un ferro caldo, vale a dire, un fremito che risuona.

L'allungamento della fiamma è visibilmente cagionato dall' impulsione del vento che seco trascina quelle parti accese, le quali si dissiperebbono dal lato donde ei viene; si può anche aggiugnere che quello che sol sarebbe vapore spento, o fumo, diventa fiamma, perchè l'attività del fuoco è accresciuta.

La fiamma soffiata diventa un fuoco più attivo, per due ragioni, e primieramente, perchè il vento condensa le parti accese nella direzione ch' egli fa prendere ad esse, poichè trascina dallo stesso lato quelle parti, le quali non anderebbono senza questa determinazione, e mette a fuoco dell' altre che s' esalerebbono in fumo; in secondo luogo perchè spignendo la fiamma, egli aggiugne forza

al

al moto ch' ella ha naturalmente, e per cui adopera su gli altri corpi.

Applicazioni.

L' Esperienza, che abbiam pur ora veduta, è una pratica notissima ed usitata in molte arti. Gli orefici che lavorano particolarmente in giojelli, e quelli che noi chiamiamo *Mett' in opera*, saldano la più parte de' loro pezzi colla fiamma a cannellino; li tengono nel cavo di un carbone di legno tenero, e vi dirigono sopra col soffio la fiamma allungata: a questo modo eglino son più padroni del fuoco, e non rischiano di fendere le parti dilicate, che si stenderebbe a difendere e tenere intatte, se si adoprasse carbone acceso per scaldarle.

Gli orivuolaj, i fabbricatori d' istrumenti matematici, &c. che temperano la punta de' loro succhielli, o de' lor punteruoli, con immergerli nel sevo, li fan prima roventare nella fiamma di una candela, che pur soffiano con un cannellino; questa maniera di temprare è comodissima, in quanto che si è padrone di scaldar solo la picciola estremità dell' istrumento, la sola parte che debb' esser dura.

Per mezzo del vento altresì, ch' esce da un cannellino ricurvo, gli artefici in smalto avvivano il fuoco della lor lampana: ma in luogo di soffiare colla bocca, lo che è impraticabile in molti casi, e faticosissimo quando il lavoro è lungo, i più d' essi si servono di un mantice d' anima doppia, fissato sotto la tavola che porta la lampada, ed il quale muovesi col piede, calcando un pedale. La *Fig.* 31. rappresenta non sol l' apparato di questa dilettevole arte, che fa far prendere al vetro ed allo smalto tante vaghe forme, ed imitare leggiadramente i fiori ed altre produzioni della natu-

ra;

ra; ma ella mette ancor sotto agli occhi il ritratto molto somigliante del più destro e del più ingegnoso artefice, che noi abbiamo in questo genere (a): Io non cesso mai di riconoscere, quanto a lui mi debba, per essersi compiaciuto di ammaestrarmi un poco ne' principj e nelle operazioni dell' arte sua; affine di dargli contrasegni della mia gratitudine, mi approfitto quì con piacere dell' occasione che ho di perpetuare la sua memoria.

La lampada, o lucerna degli artefici in smalto, avvivata dal vento di un mantice, ci fa vedere in piccolo, quel che succede nelle fucine. Quanto non si perderebbe, e di tempo, e di spesa, se convenisse trattare i metalli, come si tratta o maneggia il vetro, per esempio, nelle Vetraie, con un fuoco che piglia quasi tutta la sua forza dalla quantità, e dalla durata? oltracchè, col fuoco d' una fucina che può essere violentissimo, ancorchè in picciolo volume, si ha di più il vantaggio di scaldare o roventare sopra una spranga di ferro sol quella parte che si vuole mettere in opera e lavoro.

Il fuoco soffiato è ancor più attivo di quello che è contenuto e concentrato in un fornello; perciò quando trattasi di spignere l' azione del fuoco quanto mai può spignersi per via di mezzi a noi noti, convien' opporre più mantici l' un all' altro sopra

 le

(a) Giovanni Raux, gioielliere, od artefice in smalto del Re, ha avuto l' onore di divertire col suo lavoro quasi tutti i nostri Principi nella lor giovinezza, e di darne Lezioni a molti Signori, Francesi ed esteri; il suo ritratto fu abbozzato da un Ufiziale della Corte del Delfino, mentre ei lavorava davanti a questo Principe nel 1739. Da questo sbozzo, che m' è venuto nelle mani, io ho fatto copiare ed incidere la Fig. 31.

le brace medesime; nel qual modo fanno i Chimici, per accelerare la fusione delle materie, o per provare fino a qual segno elleno son fisse.

Senza adoprar mantici, si procura di costruire quasi tutti i fornelli in sì fatta guisa, che l'aria attratta dal fuoco, passi con una certa velocità dalla parte accesa a quella che non lo è, o che è accesa meno: allora l'azione del fuoco è aumentata da quella corrente d'aria, che siam padroni di moderare a piacer nostro, con aprir più o meno i fori o le uscite, per le quali debbe andar l'aria fuori.

Una tal corrente d'aria, ben governata, può sforzare il fumo a discendere su le brace, ed ivi convertirsi in fiamma, siccome accade in una spezie di stufa inventata già da M. Talesme (*Giorn. de' Letter.* 1686.) e rinovata in questi ultimi tempi da persone, che non avendone bene studiati gl'inconvenienti, proposero di mettere nelle stanze: ma appena se ne fece il saggio, conobbesi che l'uso n'era pernicioso, e che se non empiono l'aria di fumo crasso, la caricano almeno d'esalazioni più sottili, ma sempre capaci di nuocere alle persone che la respirano.

Dopo il quì da me detto, egli è quasi inutile favellare dell'uso invalso di soffiare il fuoco delle stanze per meglio accenderlo, nè delle giuste ragioni che si hanno di tenere il vento negl'incendj: tutto questo ha per fondamento l'impulsion dell'aria, che spigne il fuoco addosso al suo pabulo, ove lo ritiene, il che gli fa fare de' progressi; e se si vede tavolta un soffio gagliardo estinguere la fiamma, ciò succede, perchè allora cotesto vento non proporzionato, dissipa e il fuoco,

ed

ed il vapore, che sta per infiammarsi, siccome ho già detto altrove (a.)

Ma è forse l'aria solo agitata che possa avvivare il fuoco? Ogni altro fluido, il quale non avesse molta densità, un vapore il quale rapidamente scorresse, non sarebbe forse l'istesso effetto? Sì, certamente; e se taluno ne dubitasse, si potrebbe convincerlo, presentando la fiamma di una fiaccola od un grosso carbone ben acceso al beccuccio di un'eolipila, nella quale si facesse bollir dell'acqua: il gitto o zampillo di vapore che n'esce, fa appuntino l'effetto di un mantice; mi si dirà forse, che questo vapore contiene molta aria; ma io ho già prevenuta questa obbiezione (b), riferendo una esperienza semplicissima, da cui si raccoglie chiaramente che il fatto non sta così.

Questa esperienza consiste, nell'immergere il beccuccio dell'eolipila in un bicchier d'acqua fredda: se ne uscisse aria, senza dubbio ella darebbesi a dividere sotto la forma di globetti, lo che non succede; ma piuttosto vedesi un fluido il quale intorbida un poco la trasparenza dell'acqua e fa sentire un fremito affatto simile a quello di un liquore che comincia a bollire: questo strepito che da principio ha un tuono acutissimo, diventa più grave e più cupo a misura che l'acqua si riscalda; e finalmente il vapore continuando sempre a spargersi in quest'acqua e renderla più calda, giugne a farla bollire, e non si sente più allora se non lo strepito ordinario dell'ebullizione; questa esperienza mi è paruta curiosa; e molto bene ella s'accorda con quello che qui sopra ho detto, per ispiegare l'ebullizione de' liquori.

X 2 Il

(a) Tom. III.
(b) Pag. 89....

Il sopprimer de' mezzi, co' quali si mantiene e si avviva il fuoco, è la cagion la più ordinaria del suo rallentameno o della sua estinzione: un cero, ed una lampana cessano di recar lume, dacchè lo stoppino non trova più cera, od olio da succiare; il fuoco di una stufa o di un camino non da più calore, quando vi mancan le legna; e bene spesso languisce, sol perchè si trascura di soffiarvi. Ma indipendentemente da queste cagioni, ve ne son dell' altre che operano più prontamente, e delle quali non lasciasi di far uso, quando si vuole con fretta reprimere i progressi del fuoco, o rallentarli. Nella decima Lezione (*Tom.* 3.) ho fatto vedere che le più combustibili materie non possono prender fuoco, nè restar accese, fuorchè in un'aria libera, e ne ho dette le ragioni. Quì debbo aggiugnere che la privazione d'aria, il vacuo, tal quale abbisogna per estinguere il fuoco, fassi benissimo senza la macchina, e parecchie volte senza pensar di farlo: basta applicare alla superfizie del corpo acceso una materia, che non prenda fuoco; ed ecco già rimossa l'aria, ed impedito ch' ella non tocchi e non mantenga l' infiammazione.

Di tutte le materie cognite, che possiam così interporre con maggior effetto, niuna v' è più dell' acqua, o del vapore di essa, siccome nella Lezione XII. s' è da me dimostrato. Ma ella non è la sola capace di quest' effetto; basta che ciò che tocca il fuoco, abbenchè sia inflammabile di natura sua, non si accenda; e questo può accadere o per la grandezza del volume, o per la densità dell' intonaco; una grande quantità d' olio freddo gittato in un sol tratto e repentinamente sopra un picciol fuoco, lo spegne in vece di accrescer-

lo.

lo, un carbone ardente s'annerisce e si estingue sopra un pezzo di legno duro di una certa grossezza; e tutto questo dipende dalla massima, che un corpo il quale attualmente brugia o arde, che può fare brugiare un altra, se non vi trova, o se non vi fa nascere un calore eguale per lo meno al suo; ora questa condizione non ha luogo in una materia combustibile, ma fredda, la cui quantità non è in debita proporzione col fuoco che vi si applica; nè tampoco in riguardo all'acqua, che quand' anche bolle, è sempre molto meno calda di una materia che arde.

Colle sperienze che ho addotte nella precedente Lezione, ho fatto vedere che quest' effetto del fuoco, che *accendimento*, o *infiammazione* si chiama, cresce quasi da se stesso, allorchè il corpo acceso si trova unito con una quantità proporzionata di materia capace di parimenti accendersi. Così non è già del medesimo calore; questi non comunicasi senza indebolirsi, ed una tale diminuzione, di cui ignoriamo l'ultimo termine o grado, si chiama *raffreddamento*.

Siccome i corpi si riscaldano più prontamente e con più di facilità gli uni che gli altri, così non si raffreddano tutti egualmente in un dato tempo. Il loro grado di densità, il più o meno di coerenza tra le loro parti, i diversi principj costituenti la loro essenza, sono altrettanti cagioni donde dipendono probabilmente tai differenze; e quantunque col tempo diverse spezie di materie piglino la temperatura del luogo dov' elleno sono collocate, tuttavolta le une vi arrivano più presto, le altre più tardi.

Si può dire in genere, (salvo le eccezioni che l'esperienza dia a conoscere) che il calore comu-

 ni-

micasi in ragione delle masse, cioè, che un pollice cubico, *v. gr.* di ferro, applicato sovra un pezzo di legno il quale avesse le dimensioni con mezo di calore, raffredderebbesi per tale contatto meno di calore, raffredderebbesi per tale contatto meno, che il cubo di legno, se più caldo che il ferro, s' applicasse ad esso per riscaldarlo. In fatti veggiamo, che si sente più freddo nelle mani, quando si è toccato un marmo od un metallo in tempo d' inverno, che quando si è maneggiato del legno o dei panni, abbenchè la temperatura di tutti questi corpi sia veramente la stessa. Imperocchè il raffreddamento della mano non è altro, se non la perdita che la mano ha fatta di una parte del suo calore, comunicandolo, e questa comunicazione è proporzionale alla densità del corpo toccato.

Quando le materie che si toccano, o che si mescolano, sono della medesima natura, il calore si comunica dalla più calda alla men calda in ragione dei volumi; vale a dire, che se due quantità eguali di un medesimo liquore, l' una calda e l' altra fredda, si mescolino assieme; la prima ripartisce egualmente con la seconda quello ch' ell' ha di calore più ch' essa; un esempio renderà la cosa ancor più intelligibile.

III. ESPERIENZA.

PREPARAZIONE.

In un vase cilindrico sottile, di latta, io metto una foglietta d' acqua; la qual non ha se non dieci gradi di calore; e sopra vi verso un' altra foglietta d' acqua che ne ha 40, e con un termometro di mercurio, esamino prontamente qual sia il grado attuale del miscuglio.

EFFETTI.

Il liquore del termometro immerso si fissa o fer-

ma nel grado 25, al di sopra della linea o termine del ghiaccio.

SPIEGAZIONE.

In qualunque modo che considerar si voglia il calore, o stimisi per un movimento impresso alle parti di un corpo, o si riconosca in esso l'azion di un fluido sottile che tende a spandersi uniformemente: si dee sempre aspettar che ne risulti quel che per la nostra esperienza si è veduto.

Secondo la prima idea, la foglietta d'acqua più calda è avvivata da un moto di 40 gradi; che di trenta eccede il moto dell'altra: quest'eccesso ripartendosi egualmente tra due masse eguali, ciascuna delle quali ha 10 di moto comune, fa che ciascuna trovisi averne 25, appresso a poco, come se un corpo pesante due lire, ed avente 40 gradi di velocità, ne incontri un altro del medesimo peso il qual si muove per l'istesso verso con una velocità di 10 gradi solamente; tutti due dopo l'urto continuano a moversi con 25 gradi, che risultano da 10, loro velocità comune, e da 15 ch'è la metà dell'eccesso di 40 sopra 10, come veduto abbiamo dalle Sperienze della quarta Lezione. (*a*).

Che se si vuole che il calore di un corpo sia l'effetto di una materia che lo penetra e che si espande nel di lui interno; questa materia, come tutti i fluidi, tendendo a riempire uniformemente tutti gli spazj ai quali ella può giugnere, deesi, (*ceteris paribus*) rarefare a proporzione dell'estension ch'ella occupa; quindi ella deesi, esser una volta altrettanto più rara, avere un'azione una volta altrettanto più debole, quando in vece di una sola foglietta d'acqua, viene ad oc-

 cu-

(*a*) Tom. I.

cuparne due: avanti il mescolamento v'erano 10 misure di fuoco da una parte, e 40 dall'altra; or che le due foglierte d'acqua son mescolate assieme, han dovuto ripartire egualmente fra esse le 30 misure, che sono l'eccesso di 40 sopra 10: e da questa ripartizione ha dovuto risultare un calore, ch'era l'effetto di 10 e di 15, la cui somma è 25.

Io ho fatto un gran numero d'esperienze di questa spezie, nelle quali ho variato i gradi di calore e le quantità d'acqua che mescolavo assieme; ho per altro osservate tutte le cautele immaginabili, per avere risultati ed effetti i più accurati; ed ho sempre veduto, come già l'ho detto, che tra due porzioni della medesima materia, l'eccesso del calor dell'una ripartivasi in ragione dei volumi, e che il grado di calore delle due porzioni mescolate dipendea da questa ripartizione, e dal grado comune di calore, cioè, da quello che avea la porzione men calda avanti il miscuglio. (a)

Io non mi trovo quì d'accordo col celebre Boerhaave (*Elem. Chem. tom. I. p.* 144) il quale dice formalmente, che il calore risultante da due porzioni eguali di una medesima materia, inegualmente calde, e mescolate assieme, è sempre la metà della quantità, onde il calore dell'una supera quello dell'altra; e ne cita degli esempj. " Se mescolerete insieme, dic'egli, una libbra d'acqua " bollente, che ha 212 gradi di calore, con un'altra libbra d'acqua che comincia a non essere " più

(a) Chiamo questo grado, *comune*, perchè egli è nell'una e nell'altra porzione avanti la mescolanza: nell'acqua men calda, egli vi è solo; nell'altra, vi è con la quantità, ch'io chiamo l'*eccesso* di un calor sopra l'altro.

„ più ghiaccio, e che ha sol 32 gradi; queste due
„ acque mescolate averanno un calore di 90 gra-
„ di, cioè, la metà d'un calore di 180, che è
„ la differenza di 212 a 32. (*a*) S'ei dicesse
che il calore di questo miscuglio è di 90 gradi
aggiunti al calore comune che è 32, questo s'ac-
comoderebbe benissimo colla mia teoria, e con
quello che l'esperienza m'ha fatto vedere; impe-
rocchè avend'io replicata quella stessa che ho da
lui quì tratta, ho trovato che il liquore d'un ter-
mometro, simile a quello di cui s'è egli servito,
fermavasi ai 122 gradi, cioè a 90 al di sopra di 32.

L'errore di fatto che già non credo essere dal-
la mia parte, mi farebbe volentieri credere, che
alle parole di Boeraave convenga supplire, e che
la sua espressione sia difettosa sol per fallo del Co-
pista o dello stampatore; ma egli appar manifesto,
che questo grand' uomo non ha calcato in fatti
se non la metà dell' eccesso di un calore sopra dell'
altro, imperocchè ei pretende che il grado comu-
ne perisca nel miscuglio, il che gli pare diffici-
lissimo da intendere: *valde subtile est intellectu quod
gradus caloris communis pereat* (*b*). E veggo,
dopo d'aver lette dell'Opere, nelle quali è stata
seguitata la sua dottrina, che questo passo è stato
inteso, come l'ho io poc'anzi esposto; e come
naturalmente presentasi. " Il più singolare effet-
„ to di tai mescolanze, (dice un Autore di cre-
„ di-

(*a*) Il termometro adoperato in questa esperien-
za, è quello di Fahrenheit, il quale esprime la
linea o termine del ghiaccio per 32, e quello
dell'acqua bollente, per 212.

(*b*) Ibid. pag. 145.

„ dito (a)) effetto il qual sembra affatto inesplicabile, si è che due quantità eguali, ma inegualmente scaldate di un liquido, prendono mediante la mistione un grado di calore, che è *la metà della differenza del calore che queste due porzioni del medesimo liquido avevano avanti d' essere mescolate*. Quindi una libbra d' acqua che tiene il termometro a gradi 32, mescolata con un' altra libbra d' acqua bollente che lo tiene a 212, farà ascendere il termometro, dopo la mistione a 90: ora 90 è la metà della differenza da 32. a 212."

Dalla confessione stessa di Boeraave (a) appar ch' egli non ha fatte queste sperienze da sè; e quantunque siesi servito, per farle, di un uomo intendentissimo, durò fatica a scusarlo d' essersi intieramente rapportato all' altrui osservazione, massimamente quando i risultati che gli si paravano davanti, lo tiravano in asserzioni, dalle quali si potea trar conseguenze troppo strane, e visibilmente false. Possiam farne il giudizio da questa: secondo la sua dottrina, si potrebbe raffreddare l' acqua mediocremente calda, col mescolarvi dell' altr' acqua, che fosse ancor più calda; eccone la prova; supponiamo che una foglietta d' acqua abbia 20 gradi di calore, e che sopra vi si versi un' altra foglietta d' acqua che n' abbia 50: se il calore del miscuglio debb' essere la *metà dell' eccesso di 50 sopra 20*; questo miscuglio non averà dunque se non 15 gradi di calore; vale a dire, sarà 4 gradi più fredda, che non era quella delle

(a) Dissert. sur la Nature & la Propagation du Feu 1744. in 8. p. 78.

(b) *Experimenta modo memorata instituit mihi celebris Fahrenheitius*. Elem. Chem. tom. 1. p. 145.

delle due fogliette d'acqua la men calda: il che come ognun sa, non è vero, nè verisimile.

APPLICAZIONI.

Siccome due corpi solidi, che si toccano, due liquidi che si meschiano, ripartiscon fra essi la quantità di calore, che uno ha più dell'altro; così parimenti un corpo duro, immerso in un liquore, lo scalda o lo raffredda, secondo che egli è più o meno caldo ch'esso. I selvaggi più rintanati dell'America, che hanno sol de' vasi di legno per far cuocere la carne od il pesce, fanno bollire l'acqua, immergendovi successivamente de' grossi sassi, che hanno roventati nel fuoco. La neve ed il ghiaccio pistato si liquefanno, nel raffreddare le bottiglie piene di vino immersevi; e l'aria diminuisce tanto più il calore de' corpi, quanto più spesso ella rinovasi sulla lor superfizie. Questi fatti, ed infiniti altri, che non commemoro, sono conseguenze così necessarie, e così palpabili del principio quì sopra stabilito, che sarebbe superfluo maggiormente fermarmici.

Non essendo altro il raffreddamento, se non una diminuzione di calore, si dee presumere, che vedremo cessare in un corpo il quale raffreddasi tutti gli effetti del fuoco, de' quali ho fatto parola quì sopra: quel che era fiamma, non diventa ormai se non fumo denso, l'evaporazione si rallenta, o cessa del tutto; le materie liquefatte s'ispessiscono, e ripigliano a poco a poco la loro prima consistenza, ed il volume aumentato per la dilatazione, si ristringe in più angusti confini.

Quando tutto questo si fa lentamente, le parti si approssimano proporzionalmente, e nell'ordine che la natura o l'arte ha messo tra esse; tutta la massa ripiglia il suo primo stato, ella ritorna

 qual

qual era, innanzi che provasse l'azione del fuoco, quando pur quest'azione non gli abbia tolta una parte de' suoi principj. Ma un troppo pronto raffreddamento ha tal volta effetti assai diversi; togliendo alle parti mobilità rispettiva, o la pieghevolezza che il fuoco avea data loro, le fissa, avanti che abbiano potuto approssimarsi sufficientemente, e schierarsi e porsi in quell'ordine che lor conviene; di quì ne segue, che il corpo ch' elleno compongono, abbenchè duro nelle sue molecule, prende una consistenza imperfetta, perchè queste molecule non hanno abbastanza di legatura fra esse. Io ne posso recare due esempj notabili, il primo è l'effetto della tempera su l'acciajo; di che si può vedere quanto s'è da me detto, parlando dell' elasticità (a). Il secondo è un fenomeno molto singolare, che i Fisici esaminano da lungo tempo, e di cui non hanno mai bene scoperta la cagione. Ecco il fatto.

I Vetraj prendon coll' estremità di una canna di ferro un poco di vetro fuso, cui lasciano cadere ancor liquido in un secchio pieno di acqua fresca; se ne forma una picciola lacrima, quale vedesi rappresentata dalla Fig. 32. nel grosso della quale sempre come una o più picciole bollicelle d'aria. Si può battere con molta forza con un martello su questa lagrima, senza romperla; ma se un ne rompe la coda, tutto va in pezzi con iscroscio, e si riduce in una spezie di grossa sabbia, di cui ciascun grano veduto nel microscopio pare da tutti i lati fesso e screpolato.

Coloro che hanno cominciato a filosofare su questo fenomeno, l'hanno attribuito agli sforzi dell'aria, senza saper dire perchè, nè come ciò fuc-

(a) Tom. I.

succeda; forse avean eglino in conto d' aria quelle bollicelle, che si veggono nella grossezza del vetro: ma donde potè venire quest' aria in una materia così ardente, ed a qual segno non vi si sarebbe ella rarefatta e indebolita, se vi fosse stata rinchiusa? l' aria non è quella dunque che interiormente adopera nel nostro caso; e l' esteriore neppur ha parte in quest' effetto; imperocchè si viene egualmente bene a capo della cosa, rompendo tai lagrime nel vuoto, come nell' aria libera.

Queste pretese bollicelle d' aria non sono altro che spazj abbandonati dalla materia che si condensa. Chi non sa, e non ha veduto, che ogni corpo, che di liquido diventa solido, scema di volume? Questa diminuzione non potendo aver luogo se non per quanto le parti hanno bastevole mobilità per approssimarsi; se la solidità comincia alla rimpazzata, e dalla superfizie, le parti del di dentro, portandosi verso questa solida superfizie, non mancan di lasciar qualche vuoto nel mezzo di esse; così sotto la crosta del pane, la mica, od il briciolo nel cuocersi si trova interrotta da infinite picciole cavità. Allo stesso modo io concepisco che il vetro s' induri da bella prima esteriormente per la freschezza dell' acqua che lo tocca, e che venendo poi il di dentro a condensarsi resti verso il centro uno spazio, che non è riempiuto di cosa alcuna, così densa, come l' aria.

Io non posso dubitare, che il raffreddamento di queste lagrime non facciasi di suolo in suolo, dalla superfizie fino al centro, e che il calore del di dentro non sussista tanto a lungo, che dia comodo alle parti di raccostarsi, e di strignersi maggiormente: io le ho vedute rosse nel fondo del

sec-

secchio per più di sei secondi, e mi sono assicurato che questo grado di calore era sol interno, col riceverle nella mia mano, cui teneva immersa nell' acqua.

Non è d'uopo che il vetro abbia la forma di una lagrima solida, per produrre l'effetto, di cui parliamo; si vede non so qual cosa simile, con una piccola boccetta che si può paragonare a una pera cava, Fig. 33. ed il cui fondo è molto più denso e grosso che 'l resto: spessissimo questi piccioli vasi si rompono da se stessi avanti ch' essere intieramente raffreddati; ma quando restano interi, si è sicuro di farli scoppiare, con lasciarvi cadere un piccolo ghiajuolo, od un fragmento di pietra focaja; il che non fa una palletta di piombo, quantunque sia più pesante.

Egli è probabilissimo che il vetro non si spezzi così, se non perchè gli strati componenti la sua grossezza, sono stati condensati e resi solidi, quasi in più tempi; gli strati esteriori essendosi induriti avanti gli altri, questi nel condensarsi hanno fatto verso di sè piegare o inclinare quelli, appresso a poco, come un arco, il quale si tende per l'accorciamento della sua corda. Quando l'urto di un corno acuto o tagliente, una rottura fatta a bella posta, od una scossa violenta, dan motivo alle parti interne di lasciarsi o scostarsi, gli strati esteriori ch' elleno tenevano in contrazione, si allentano come tante molle, e tutte coteste lamine elastiche sendo composte di parti mal congiunte, a cagione del subito raffreddamento che hanno sofferto, si rompono allentandosi, il che spesso succede a corpi elastici, i quai non possono spiegare tutta la loro reazione, perchè è raro che

sieno

fieno così flessibili per un verso, come per un altro.

Questa spiegazione si fa vieppiù verisimile, se osserviamo, che una lagrima di vetro, fatta roventare sopra carboni ardenti, e le picciole boccette grosse nel fondo, tenute nell' arcata della Vetraja per farle ivi raffreddare molto lentamente, non si rompono più, quando se ne fa la prova; ed io ho veduto generalmente i vasi di vetro, la cui grossezza era grande ed ineguale, rompersi spessissimo da se stessi, e non potersi difendere da quest' accidente, se non con farli ricuocere lungo tempo e ben bene nella vetraja, subito che sono stati formati: ora è quasi visibile, che questo ricuocimento fa, che gli strati esteriori si pieghino senza sforzo a grado degli altri strati, e che le parti che li compongono, si ordinino, e si congiungano più solidamente.

Poichè il freddo non è altro, che un minor calore, egli non dee considerarsi come una qualità assoluta, ma solamente relativa: un tal corpo è freddo in riguardo a questo, che parerà caldo in riguardo a quello: la pura neve la quale fa discendere il liquore del termometro uscito da un' aria temperata, lo farebbe ascendere sensibilmente, se quest' istrumento fosse stato immerso per qualche tempo in una misura di sale e di ghiaccio: le cave che ci pajon calde l' inverno, e fredde la state, non ci pajon tali, che per la differenza che v' è tra la loro temperatura, che è sempre appresso a poco la stessa, e quella dell' aria, che si è da noi lasciata, entrando in que' sotterranei. Si può fare sopra di ciò un' esperienza semplice a un tratto, e ben convincente, così: si procuri d' avere una delle sue mani freddissima, e l' al-

l'altra assai calda, e s'immergano successivamente in un secchio pieno di acqua di pozzo appena cavata: quest' acqua verrà infallibilmente giudicata calda, quand'ella si toccherà con la mano fredda, e fredda al contrario, immergendovi la mano, calda.

La congelazione dell'acqua è uno de' più singolari fenomeni del raffreddamento; io credo d'avere nella XII. Lezione recato tutto quello che se ne sa di più curioso e di più interessante; non mi resta intorno a ciò, se non da fare una riflessione, ed è che l'acqua che si gela è nulla più che un esempio particolare di quanto per lo freddo accade ad infinite altre materie: un cero, a parlar propriamente, non è se non un bastone di cera agghiacciata; la Statua Equestre d' Enrico IV. sul Ponte nuovo, è un ghiaccio di bronzo, a cui s' è fatta prendere questa forma in un modello. Le lastre, e gli specchi delle nostre Camere sono lamine, o placche di vetro agghiacciato: finalmente, tutto quello che diventa liquido per l'azion del fuoco, e che s' indurisce raffreddandosi, non è differente dall'acqua e dal ghiaccio per questo conto, se non nel farsi la sua congelazione più presto o più tardi e nel formarsene per lo gelo, una massa più o men dura, meno trasparente, od opaca, ec. nè io temo di dire, che queste idee potran solamente a coloro strane sembrare, i quali non hanno filosofato nè riflettuto abbastanza su la cagione la più ordinaria, e quasi generale della liquidità e della solidità de' corpi.

Fine del Tomo quarto.

TA-

TAVOLA DELLE MATERIE

Contenute in questo quarto Volume.

XII. LEZIONE.

Sopra la natura e le proprietà dell' Acqua.

SECONDA SEZIONE.

TERZA SEZIONE.

Que-

XIII. LEZIONE.

PRIMA SEZIONE.

ARTICOLO I.

ARTICOLO II.

SECONDA SEZIONE.

LEZIONE XIV.

TERZA SEZIONE.

azion

QUARTA SEZIONE.

Fine della Tavola delle Materie.

AL

AL LEGATORE.

Regola per collocare le Figure delli tre Tomi Secondo, Terzo, e Quarto, della Fisica del NOLLET.

TOMO SECONDO.

Lezione	Figura	Pagina
LEZIONE V.	Figura Prima.	pag. 3.
	Fig. Seconda.	pag. 8.
	Fig. Terza.	pag. 27.
	Fig. Quarta.	pag. 37.
	Fig. Quinta.	pag. 58.
	Fig. Sesta.	pag. 61.
LEZIONE VI.	Fig. Prima.	pag. 98.
	Fig. Seconda.	pag. 114.
	Fig. Terza.	pag. 134.
	Fig. Quarta.	pag. 140.
	Fig. Quinta.	pag. 148.
LEZIONE VII.	Fig. Prima.	pag. 166.
	Fig. Seconda.	pag. 176.
	Fig. Terza.	pag. 178.
	Fig. Quarta.	pag. 182.
	Fig. Quinta.	pag. 2 8.
	Fig. Sesta.	pag. 226.
	Fig. Settima.	pag. 234.
LEZIONE VIII.	Fig. Prima.	pag. 376.
	Fig. Seconda.	pag. 302.

TOMO TERZO.

Lezione	Figura	Pagina
LEZIONE IX.	Fig. Prima.	pag. 21.
	Fig. Seconda.	pag. 35.
	Fig. Terza.	pag. 54.
	Fig. Quarta.	pag. 66.
	Fig. Quinta.	pag. 77.

Fig.

TOMO QUARTO.

one XII. Fig. 1.

Fig. 2

Fig. 1.

A

29
28
27
26
25

Fig. 5

Fig. 4

ne XII. Fig. 2

Fig. 6.

H

P

Q

L D

O

B

Fig. 9

XIII. Fig. 1
Fig. 2.
Fig. 4.

Fig: 7.

d

Fig: 5.

B

…e XIII. Fig. 3

ezione XIII. Fig. 4

B

Fig. 3.

Fig. 1.

C

a

A

D I

B

E
Fig. 6.
f
A
e
D
B
b
C
g

ne XIV. Fig. 5.

Fig. 13.

Fig. 14.

ig. 10

A

B

C

Fig. 17.
NAPOI

ezione XIV. Fig. 6

G

.8.

Fig. 27.

ione XIV. Fig. 8
32.
Fig. 30.

Fig. 21.

Fig. 19